

أجمل تاريخ للكون

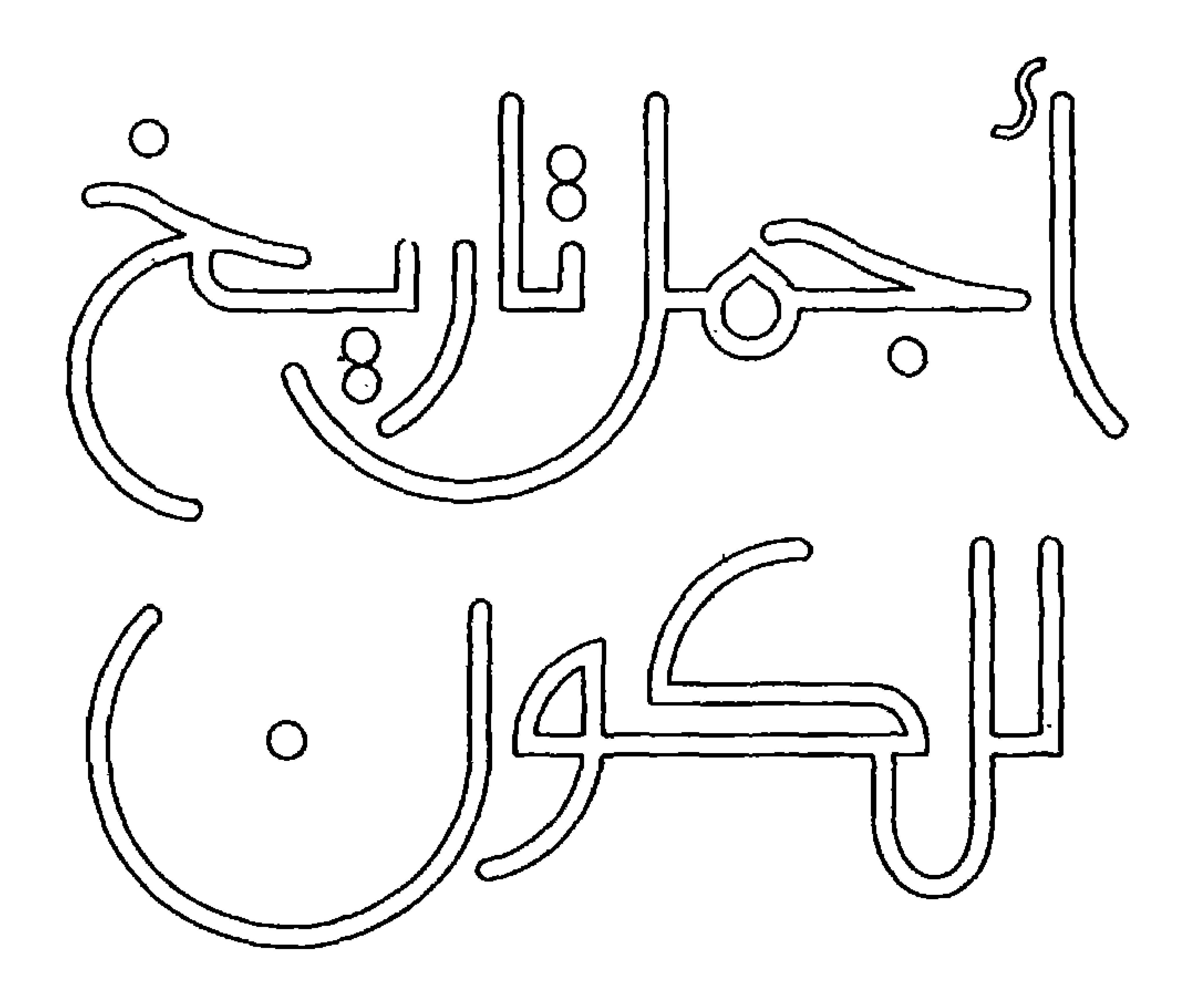
هيوبرت ريڤز
دومينيك سيمونيه
جويل دو روني
إيڤ كوپنز

ترجمة موسى خوري

أكاديميا



أجمل تاريخ للكون



هيوبرت ريڤز   جويل دو روني
دومينيك سيمونيه   إيڤ كوپنز

ترجمة موسى الخوري
مراجعة د. محمد دبس



أكاديميا هي العلامة التجارية لأكاديميا انترناشيونال للنشر والطباعة
أكاديميا انترناشيونال هي الفرع العلمي من دار الكتاب العربي

ACADEMIA is the Trade Mark of Academia International
for Publishing and Printing

La plus belle histoire du monde أجمل تاريخ للكون

Academia International أكاديميا انترناشيونال
P.O.Box 113-6669 ص.ب
Beirut, Lebanon بيروت، لبنان
Tel 800832-800811-862905 هاتف
Fax (009611)805478 فاكس

المحتوى

مقدمة

من أين جئنا؟ ما نحن؟ إلى أين نمضي؟ تلك هي حقًّا الأسئلة الوحيدة التي تستحق عناء طرحها. لقد بحثنا كلٌّ على طريقته، عن الإجابة، في لمعان نجمة، أو في حركة المحيط الدائمة، أو في نظرة امرأة، أو في ابتسامة طفل وليد... لماذا نحيا؟ لماذا وُجد العالـم؟ لماذا نحن هنا؟

حتى الآن، كان الدين أو الإيمان أو المعتقد هو وحده الذي يقدّم حلاً. أما اليوم، فقد كوّن العلم أيضاً رأياً خاصًّا ربّما كان أحد أعظم مكتسبات هذا القرن: ذلك أن العلم أصبح يملك منذ الآن سرداً كاملاً لأصولنا. لقد أعاد العلم بناء تاريخ الكون.

ما هو الشيء الخارق الذي اكتشفه العلم؟ إنه المغامرة نفسها المستمرة منذ 15 مليار سنة والتي توحّد الكون والحياة والإنسان مثل فصول ملحمة طويلة. إنه التطور نفسه، من الانفجار العظيم Big Bang إلى الذكاء، الذي يدفع باتجاه تعقيد متنام: الجُسيمات الأولى، فالذرّات، فالجزيئات، فالنجوم، فالخلايا، فالعضويّات، فالكائنات الحية، وصولاً إلى هذه الكائنات العجيبة التي هي نحن... فالأشياء كلّها تتوالى في السلسلة ذاتها، وتدفعها الحركة ذاتها. نحن سليلو الإنسان الأول، والكائنات الأولى، بل وأيضاً النجوم والمجرّات. إن العناصر التي تؤلف جسمنا هي تلك التي أسست الكون قبل ذلك. إننا حقاً أطفال النجوم.

هذه الفكرة تزعجنا بالتأكيد، لأنها تعارض اليقينيات القديمة وتسلخ الأحكام المسبقة. فمنذ القديم، ينفك تقدّم المعرفة يعيد الإنسان إلى موقعه الصحيح. كنا نعتقد أننا موجودون في مركز العالـم. وجاء غاليليو[1] Galilée وكوبرنيكوس[2] Copernicus وغيرهما ليرشدوننا: فنحن نسكن في الواقع كوكباً عادياً يقع في طرف مجرّة متواضعة. وكنا نعتقد أننا مخلوقات فريدة، بمعزل عن الأنواع الحية الأخرى؟ لكن للأسف! فقد وضعنا داروين[3] Darwin على الشجرة المشتركة للتطور الحيواني... وبالتالي سوف يكون علينا أن نبتلع مرّة أخرى كبرياءنا القائم في غير محلّه: فنحن في الواقع آخر ما أنتجه التنظيم الكوني.

إن هذه القصة الجديدة للعالـم هي التي سنحكيها ههنا، على ضوء أكثر

معارفنا تقدماً، وسنكتشف في هذا السرد تجانساً مفاجئاً. ذلك أننا سنرى عناصر المادة تتجمع في بنى أكثر تعقيداً، وأن هذه الأخيرة تشكّل تجمّعات أكثر تطوّراً، إلخ... إنها الظاهرة نفسها، ظاهرة الانتقاء الطبيعي، التي تنسّق كل حركة في هذا التقسيم الكبير، تنظيم المادة في الكون، ولعبة الحياة على الأرض، وأيضاً تشكّل الأعصاب في أدمغتنا الخاصة، كما لو كان ثمة «منطق» للتطور.

أين الله في هذا كله؟ إن بعض الإكتشافات تتلاقى أحياناً مع يقينيّات حميمة. إلا أننا لن نخلط بين النوعين، كما هو متفق عليه. فالعلم والدين لا يحكمان المجال نفسه. فالأول يتعلم، أما الثاني فيعلِّم. والشك هو محرِّك أحدهما، في حين أن الإيمان هو لحمة الآخر. ومع ذلك، فلِمَ لا يكترثان ببعضهما بعضاً إلى هذا الحد. إن قصتنا الجديدة للعالـم لا تتجنب الأسئلة الروحية والميتافيزيقية. وسوف نلحظ مع نهاية كل فصل من الفصول بعض نور كتاب الله، وسنسمع صدى أسطورة قديمة، وسنلتقي حتى بآدم وحواء في السافانا الإفريقية. إن العلم يحدِّث النقاشات ويحييها. فهو لا يقتلها، وعلى كل منا أن يختار ما يناسبه.

يرتكز سردنا على أحدث الاكتشافات التي كانت قد استفادت من أدوات ثورية: المسابر التي تستكشف المنظومة الشمسية، والتلسكوبات الفضائية التي تنقّب في أعماق الكون، والمسرّعات الكبيرة للجسيمات التي تعيد رسم أولى اللحظات الكونية... بل وأيضاً الحواسيب التي تحاكي ظهور الحياة، وتقنيات البيولوجيا، وعلم الوراثة، والكيمياء التي تكشف اللامرئي واللامتناهي في الصغر. وهناك أيضاً الاكتشافات الحديثة للأحافير، والتقدّم في تقنيات التأريخ، الأمر الذي يسمح بإعادة تشكيل مسيرة أسلاف الإنسان بدقة مدهشة.

إن قصتنا، وإن كانت تعتمد على آخر اللقى والمكتشفات، موجّهة إلى الجميع، وبخاصة إلى البعيدين عن العلم، البالغين واليافعين على السواء، مهما كان مستوى معرفتهم. فقد تجنبنا هنا أي موقف تخصصي وبسّطنا كل تعبير معقد، كما لـم نتردد في طرح الأسئلة الساذجة على طريقة الأطفال: كيف نعرف الإنفجار العظيم؟ وكيف نعرف ماذا كان يأكل إنسان كرومانيون Cro-Magnon؟ ولماذا تكون السماء سوداء في الليل؟ إننا لَـم نشأ تصديق العلماء من مجرد كلامهم، فطلبنا منهم بسط براهينهم لنا بوضوح.

يفتش كل فرع علمي عن بداية. فعلماء الفيزياء الفلكية يترصّدون بداية الكون، ويبحث البيولوجيون عن أصل الحياة، ويتتبع علماء الأحافير[4] Paleontologists أصل الإنسان. وهكذا تدور قصتنا، مثل مسرحية في ثلاثة فصول ـ الكون، الحياة،

الإنسان ـ فتغطي بذلك نحو خمسة عشر مليار سنة. ويشتمل كل فصل على ثلاثة مشاهد، يُستدعى فيها وفق الترتيب الزمني جميع الممثلين، من جَمادٍ وأحياء، في هذه المغامرة الطويلة. وسوف نتابعهم في حوار مع ثلاث شخصيات هم أفضل المتخصصين الفرنسيين في هذه المسائل. وكنا قد قمنا نحن الأربعة بإعداد حوار أول لمجلة «الإكسبرس» منذ بضع سنوات. إن هذه المجلة تستحق الثناء! فقد فتحت التجربة شهيتنا. وخلال المدة التي أتاحها لنا صيف وبضعة سهرات، قمنا بإعادة رسم ومغامرة الكون بسرور وشغف. فلعل القارىء يتمكن من الاستفادة منا!

في الفصل الأول إذاً تبدأ قصتنا... لكن هل يمكننا حقاً القول «تبدأ»؟ سوف نرى أن هذا المفهوم للبداية ليس مفهوماً فائضاً، فهو في قلب النقاشات الميتافيزيقية ويطرح مسألة الزمن المذهلة. وسنتناوله من خلال أقدم ماض يستطيع العلم الوصول إليه: خمسة عشر مليار سنة قبل عصرنا، الإنفجار العظيم الشهير، هذا النور الغامض الذي يسبق النجوم ويفوقها. وكما يفعل الأطفال، سنطرح هذا السؤال الملحّ. وماذا كان يوجد قبل ذلك؟

منذ هذه «البداية» تتراكب المادة المتوهّجة تحت تاثير قوى مذهلة لا تزال تسهر على مصائرنا. من أين جاءت هذه القوى؟ ولماذا هي ثابتة في حين أن كل شيء يتغير من حولها؟ إنها توجّه على امتداد القصة الآلة الكونية الكبرى. وهي تطلق مع توسّع وابتراد الكون تركيبات خاصة، النجوم والمجرات، حتى تولّد على محيط إحداها كوكباً واعداً بنجاح جميل. ما هي هذه القوى الغامضة؟ ومن أين تأتي هذه الحركة نحو التعقيد والتي لا يمكن مقاومتها؟ وهل كانت هذه القوى سابقة للكون؟

يساعدنا هيوبرت ريفز **Hubert Reeves** على الرؤية بوضوح في هذا الفصل. فهذا الفيزيائي الفلكي، صاحب أروع كتبٍ حول الموضوع، يُقرن بطلاقة استثنائية دقة العالِـم وبساطة مبسِّط العلوم. ترى، هل يرجع ذلك إلى أنه لا يزال يحلو له أن يتأمل سماء بورغوني Bourgogne بتلسكوب متواضع كهاوٍ بسيط، بعيداً عن الحواسيب التي تشغل حياته المهنية؟ أم أنه تعلّم القياس الحقيقي للزمن من فرط ما نظر بعيداً في الفضاء، أي بعيداً في الماضي؟ إنه في كل حال يمضي مباشرة إلى ما

هو أساسي: جمال معادلة، أو لمعان مجرة، أو نَوْح كَمان، أو سلاسة شراب... ولا يمكن أن يشك بذلك من حظي بصداقته العميقة: فحكمته ليست متصنعة. إن هيوبرت ريفز رجل شريف، مثاله قلّة، يتشبّث بالبحث عن التوازن بين العلم والفن، وبين الثقافة والطبيعة، ويعلم أن تقصي أصولنا يشهد بُعداً لا يمكن لأية صيغة أن تدركه، ولا لأي نظرية أن تستوعبه: إنه دهشتنا أمام الغموض والجمال.

يبدأ **الفصل الثاني** منذ 5 مليارات سنة، على هذا الكوكب الفريد، الذي يقع ليس قريباً جداً ولا بعيداً جداً عن شمس مناسبة. وتتابع المادة عملها الجنوني في التركيبات. فعلى سطح الأرض، وفي بوتقات جديدة، تشتغل خيمياء أخرى: الجزيئات التي ترتبط في بُنى قابلة للتكاثر وتولّد قطرات صغيرة غريبة، ثم أولى الخلايا التي تتجمع في متعضّيات، وتتنوع وتتكاثر، وتعمّر الكوكب، وتطلق التطور الحيواني، وتفرض قوة الحياة.

ليس سهلاً بالتأكيد قبول فكرة أن الحياة ولدت من الجَماد. فقد اعتُبر العالَـم الحيّ لعدة قرون عالَماً معقداً جداً ومتنوعاً جداً، وباختصار «ذكياً» جداً، بحيث يصعب أن يظهر دون دفعة صغيرة من التيسير الإلهي. أما اليوم فالمسألة أصبحت محسومة: إن العالـم الحيّ ناتج من تطور المادة نفسه، وهو ليس ثمرة الصدفة. فكيف تم المرور إذاً من الجماد إلى الحيّ؟ وكيف «اخترع» التطوّرُ التناسلَ والجنسَ والموتَ، بشكل متلازم؟

لا شك أن جويل دو روني Joël de Rosnay هو أحد أفضل القادرين على الإجابة. فهو حائز على دكتوراه في العلوم، ومدير سابق لمعهد باستور، ومدير حالي لمدينة العلوم والصناعة، وكان أحد أوائل الذين وضعوا توليفاً لمعارفنا حول أصول الحياة في مؤلف أثّر بجيل كامل. تخصص في الكيمياء العضوية، لكنه يميل إلى تبسيط العلوم، وهو في ذلك صاحب تأثير لا يتعب ولا يكل بحيث يجد نفسه دائماً متقدماً بنحو عقد من الزمن جامعاً آخر الأفكار من العالـم كله. إنه داعية نظرية النُظم، ورائد في الاتصال الشامل، وقد حاول دائماً مناغمة علم البيئة مع الحداثة والعالـم الحي والتكنولوجيا، كما لو كان يعرف كيف يرى الكوكب بشكل أفضل من أقرانه إذا رجع خطوة إلى الخلف. كذلك فقد حافظ على شغفه بالبدايات وصرامته كباحث.

في الفصل الثالث، وفي مشهد جميل من السافانا الجافّة، يحتل التحول الأخير للكائن الحي المسرح كله. هوذا الإنسان، الحقّ. إنه حيوان وثدييّ وفقاري، ورئيسي بالإضافة إلى ذلك... لقد بات من المؤكد من الآن فصاعداً أننا كلّنا سليلو أنواع الأوسترالوبيثيكوس والهوموإركتوس الإفريقية. فنحن أبناء هذا الكائن القديم الذي انتصب فيما مضى في إفريقيا وللمرة الأولى على قائمتيه الخلفيتين وبدأ ينظر إلى العالـم من حوله من نقطة رؤية أكثر ارتفاعاً من أقرانه. ولكن، لماذا قام بذلك؟ وأية غريزة حرضته على الانتصاب؟

منذ أكثر من قرن ونحن نعرف بالتأكيد تطورنا ونحاول بصعوبة قبوله. لكن علم الأصول والبدايات تفجّر خلال السنوات الأخيرة هذه، واهتزّت بشدة شجرة أنسابنا: فقد سقطت عنها حتى بعض الأنواع الشعرانية... ونحن اليوم نملك أخيراً وحدة زمانية ومكانية لنقدم هذا الفصل الثالث على المسرح، فصل الملهاة البشرية. وكما لو كان الإنسان قد استلم النوبة من المادة، فقد استغرق بدوره نحو بضعة ملايين سنة ليتطور ويخترع أشياء أكثر فأكثر تعقيداً: الأداة، الصيد، الحرب، العلم، الفن، الحب (دائماً)، وهذه النزعة الغريبة للتساؤل حول نفسه الذي لا ينفك يتآكله. فكيف اكتشف هذه الإبتكارات كلها؟ ولماذا تطور دماغه ونما بلا توقف؟ وما كان مصير أسلافنا الذين لـم يكن «النجاح» من نصيبهم؟

كان **إيف كوبنز Yves Coppens**، الأستاذ في الكوليج دو فرانس، قد شغف وهو صغير جداً في علم الأحافير، فكان وهو لا يزال طفلاً يجمع المتحجِّرات ويقف حالماً أمام مواقع الغال[5]، ولـم يتوقف أبداً عن البحث عن آثار مرور أسلافه البعيدين ودخل علم الأصول في الوقت الذي كان هذا العلم يعيش في إفريقيا أكبر ملاحمه. فقد كشف مع آخرين أشهر هياكل الإنسان القديم: لوسي Lucy، والأوسترالوبيثيكوس[6] الشابة (والجميلة؟)، التي عاشت منذ 3.5 مليون سنة، وماتت في شرخ الشباب. وبالنسبة لهذا الباحث عن العظام، اللطيف والحليم، كما بالنسبة لزملائه، لـم تكن ولادة البشرية حادثاً، بل إنها تنتمي إلى هذه المسيرة نفسها للكون التي نشكل فيها نحن براعمها الأخيرة. وهو، مثل زملائه، يعرف قياس الزمن: فماذا تساوي آلافنا القليلة من الحضارة مقارنة بملايين السنين التي لزمت الإنسان ليتحرر من حيوانيته؟ وما قيمة منجزاتنا الحالية بمواجهة خمسة عشر مليار سنة كانت ضرورية لجعلنا على هذا القدر من التعقيد؟

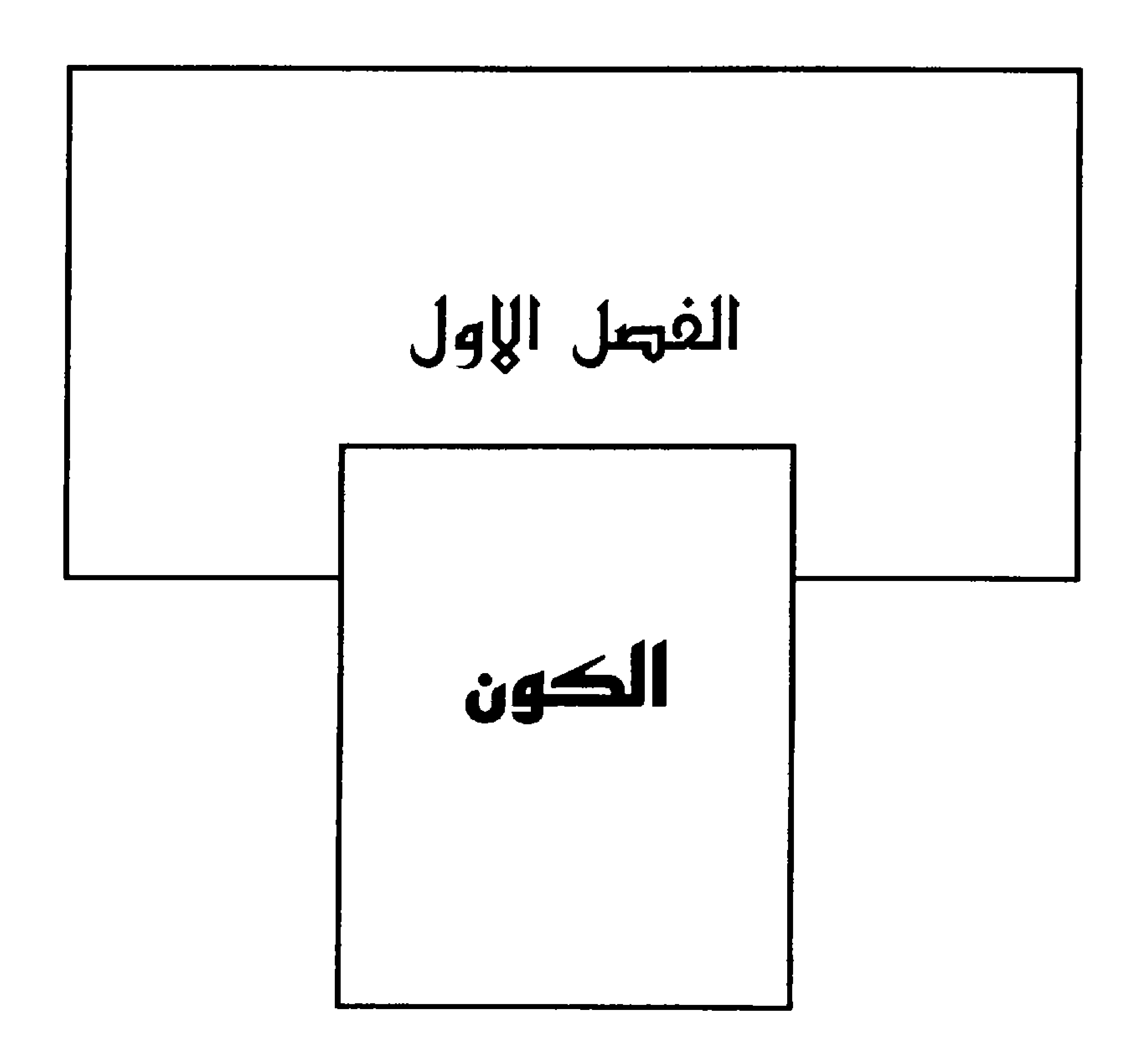
إن قصتنا لـم تنته بالتأكيد. بل إننا نتجرأ فنقول: إنها تبدأ. ذلك أنه يبدو فعلاً أن التعقيد يستمر بالنموّ، وأن التطور يستمر بالعَدْو. فنحن لا نستطيع إذاً قطع هذا السرد حول عصرنا العجيب دون أن نطرح هذا السؤال الأخير: إلى أين نمضي؟ وكيف ستستمر هذه المغامرة الطويلة التي كانت كونية وكيميائية وبيولوجية وأصبحت الآن ثقافية؟ ما هو مستقبل الإنسان والحياة والكون؟ ليس لدى العلم بالتأكيد جواب عن كل شيء. إلا أنه يستطيع المحاولة في تقديم بعض التنبوءات الجميلة. كيف سيستمر الجسم بالتطور، وماذا نعرف عن تطور الكون؟ وهل هناك أشكال أخرى للحياة؟ في خاتمة الكتاب، سنتباحث نحن الأربعة حول هذه المسائل.

وثمة تنبيه أيضاً. فقد أردنا أن نتجنب هنا أية محاولة جبرية، وأي تحزّب يعدّ غائياً. وليسامحنا القارىء إذا كانت قد أفلتت منا أحياناً، من أجل تبسيط الفهم، بعض الكلمات الصعبة والدقيقة: ، فنحن لا نستطيع القول إن المادة «تخترع» أو إن الطبيعة «تصنع» أو إن الكون «يعرف». إن «منطق» التنظيم هذا ليس سوى إثبات حالة. وعلى كلٍّ منا أن يفسّره على طريقته. فإذا كان يبدو لقصتنا منحى رغم كل شيء، فإننا لا نستطيع أن نؤكد بنفس القوة أن ظهورنا كان محتماً، على الأقل على هذا الكوكب الصغير ههنا. فمَن ذا الذي يستطيع القول كم من الدروب العقيمة سلك التطور قبل أن يحتفل بولادتنا؟ ومَن الذي يمكنه أن ينفي أن هذه النتيجة الماثلة ههنا لا تزال فائقة الهشاشة؟

بلى، إنها بالتأكيد أجمل قصة للكون، طالما أنها قصتنا. إننا نحملها في أعمق أعماقنا: فجسمنا مركب من ذرّات الكون، وخلايانا تحوي جزءًا طفيفاً من المحيط البدئي، وجيناتنا بمعظمها مشتركة مع جينات أقربائنا الرئيسيات، ويملك دماغنا طبقات تطور الذكاء، وعندما يتشكل الجنين الصغير في أحشاء أمه فإنه يعيد بشكل متسارع مسيرة التطور الحيواني. فمن ذا الذي يستطيع أن ينفي أنها أجمل تاريخ للكون؟

ولكن، أياً كانت الرؤية التي نحملها حول أصولنا، صوفية أو علمية، وأياً كان اعتقادنا، جبرياً أو متشككاً، دينياً أو لاأدرياً، فليس ثمة سوى مغزى واحد قيّم في هذه القصة، ومعطى أساسي واحد: إننا لسنا سوى شرارات بسيطة في منظور الكون. فهّلا كانت لنا الحكمة ألاّ ننسى ذلك.

دومينيك سيمونيه


الفصل الاول
الكون

المشهد 1

الهباء

المشهد أبيض لا نهائي. وفي كل مكان ليس ثمة سوى ضياء حارق، وضوء كون متوهّج، وهباء مادة لا معنى لها ولا اسم...

ولكن ماذا كان يوجد «قبل» ذلك؟

دومينيك سيمونيه: انفجار للنور في ليل الأزمنة، إنه بداية قصتنا وأصل الكون الذي يحدّثنا عنه العلم منذ عدة سنوات. ولكن قبل أن نهتم بهذه الظاهرة لا يسعنا أن نمنع أنفسنا من طرح هذه السؤال الساذج: ماذا كان يوجد «قبل» ذلك؟

هيوبرت ريفز: عندما نستحضر بداية الكون فلا بد أن نصطدم بمسألة المصطلح. فكلمة «أصل» تشير، بالنسبة لنا، إلى حدث قائم في الزمان. «فأصلنا» الشخصي، مثلاً، هو اللحظة التي تجامَع فيها والدانا لتشكيلنا. وهذه اللحظة لها ما «قبلها» وما «بعدها»، ويمكننا تأريخها وتدوينها في مسار التاريخ. ونحن نقبل فكرة أن العالم كان موجوداً قبل هذه اللحظة.

ـ لكننا نتحدث هنا عن بداية البدايات، الأصل الأول...

ـ ذلك بالضبط هو الاختلاف الكبير. إذ لا يمكننا اعتباره مثل حدث مماثل للأحداث الأخرى. إننا نجد أنفسنا في وضع المسيحيين الأوائل الذين كانوا يتساءلون عما كان يفعله الله قبل أن يخلق العالـم. وكان الجواب الشعبي: «كان يحضّر الجحيم لأولئك الذين يطرحون على أنفسهم هذا السؤال!»... لـم يكن القديس أوغسطينوس Augustin [7] موافقاً على ذلك. فقد رأى بوضوح صعوبة مثل هذا التساؤل الذي كان يفترض أن الزمن كان موجوداً «قبل» الخلق. وكان يجيب بأن الخلق لـم يكن فقط خلق المادة، بل وأيضاً خلق الزمان! ووجهة النظر هذه قريبة جداً من منظور العلم الحديث. فالفضاء والمادة والزمان لا ينفصلون عن بعضهم بعضاً. وهم يظهرون معاً في علومنا الكونية. فإذا كان ثمة أصل للكون، فهو أيضاً أصل للزمان. فليس هناك بالتالي ما هو «قبل» ذلك.

ـ تقولون «إذا كان ثمة أصل للكون»... فهل إن ذلك غير مؤكد؟

ـ نحن لا نعرف ذلك. إن الاكتشاف العظيم في هذا القرن هو أن الكون ليس مستقراً ولا أبدياً، كما كان يفترض معظم علماء الماضي. نحن اليوم مقتنعون بذلك تمام الاعتقاد: فللكون تاريخ، وهو لا ينفك يتطوّر بتناقص كثافته وابترادِه وتشكلّ بُناه. وتسمح لنا أرصادنا ونظرياتنا بإعادة تشكيل السيناريو وبالرجوع في الزمن. وهي تثبت لنا أن هذا التطور مستمر منذ ماض بعيد جداً يقع بين 10 مليارات و 15 مليار سنة وفق التقديرات. ونحن نملك الآن العديد من العناصر العلمية من أجل إعداد صورة الكون في تلك اللحظة: فقد كان غير منظّم كلياً، ولا يوجد فيه مجرّات ولا نجوم ولا جُزيئات ولا ذرّات ولا حتى نَوى ذرّية... لـم يكن سوى عجينة من المادة ليس لها شكل محدد تصل حرارتها إلى مليارات مليارات الدرجات. وهذا ما دعي بالانفجار العظيم Big Bang.

ـ ولا شيء قبله؟

ـ إننا لا نملك عنصراً مهما بلغت ضآلته يرجع إلى فترة سابقة لهذا الحدث، ولا مؤشّرا بسيطا يمكن أن يسمح لنا بالرجوع أكثر في الماضي. إن الأرصاد والمعطيات كلها التي حُصِّلت من خلال الفيزياء الفلكية تتوقف عند هذا الحد نفسه. فهل يعني ذلك أن الكون قد «بدأ» منذ خمسة عشر مليار سنة؟ وهذا الانفجار العظيم هل هو حقاً أصل الأصول؟ إننا لا نعرف شيئاً عن ذلك.

ـ ومع ذلك، فهذا ما يُعلَّم منذ الآن في المدارس: لقد بدأ الكون بالانفجار العظيم، انفجار

هائل من النور منذ خمسة عشر مليار سنة. وهذا بالضبط ما يردّده الباحثون منذ بضعة سنوات...

ـ لقد عبّرنا على الأرجح بطريقة غير صحيحة، وفُهِمنا بشكل خاطىء. كان يمكننا التحدث عن بداية، عن بدء حقيقي، لو كنا متأكدين من أنه لـم يكن هناك شيء قبل هذا الحدث. غير أنه، في درجات الحرارة العالية هذه، لا تعود مفاهيمنا للزمان والفضاء والطاقة والحرارة قابلة للتطبيق. فقوانيننا تكفّ عن العمل في هذه الظروف ونصبح مجردين كلياً.

ـ إنه شيء من التهرّب العلمي، أليس كذلك؟ فعندما نروي تاريخاً، يكون هناك دائماً بداية. وطالما أننا نتحدث الآن عن «تاريخ» الكون، فليس من الغباء أن نفتش له عن بداية.

ـ بالتأكيد، فكافة التواريخ عندنا كان لها بداية. لكن يجب أن نحذر الاستطراد. يمكننا قول الشيء نفسه عن ساعة ڤولتير[8] Voltaire. فوجودها كان يثبت برأيه وجود ساعاتي . فهل يبقى أيضاً هذا المنطق، الكامل على مستوانا، صحيحاً بالنسبة لـ «ساعة» الكون؟ لست متأكداً من ذلك. كذلك يجب أن نعرف، كما قال هيدغر Heidegger[9]، إذا كان منطقنا هو المحكمة العليا، وإذا كانت الحجج الصالحة على الأرض صالحة لأن تعمَّم على الكون بكامله. إن السؤال الحقيقي الوحيد هو السؤال عن وجودنا، وعن الحقيقة وعن وعينا: «لماذا يوجد شيء ما بدلاً من عدم وجود شيء؟». هكذا كان يتساءل ليبنيز[10] Leibniz . لكن هذا سؤال فلسفي بحت، والعلـم غير قادر على الإجابة عنه.

أفق معارفنا

ـ هل يمكننا، لكي نلتفّ على هذه المسألة الشائكة، تعريف الإنفجار العظيم بأنه بداية المكان والزمان؟

ـ فلنعرّفه بالأحرى على أنه اللحظة التي أصبح فيها هذان المفهومان قابلين للاستخدام. فالانفجار العظيم هو في الحقيقة أفقنا في الزمان وفي المكان. فإذا اعتبرناه على أنه اللحظة صفر في تاريخنا، فذلك لغايات السهولة ولعدم توافر الأفضل. إن حالنا كحال مستكشفين أمام محيط، لا نرى إذا كان ثمة شيء ما وراء الأفق.

ـ إذا كان فهمي صحيحاً، فإن الإنفجار العظيم في الواقع طريقة للتسمية، وليس حدّ العالـم فعلاً بل حدّ معارفنا.

ـ بالضبط. ولكن لننتبه، إذ يجب ألاّ نستنتج من ذلك أن الكون ليس له أصل. مرة أخرى نحن لا نعرف شيئاً عن المسألة. فلنتفق من أجل التبسيط أن مغامرتنا تبدأ منذ خمسة عشر مليار سنة، في هذا الهباء اللانهائي والذي لا شكل له والمتجه ببطء إلى التشكل في بنى. تلكم في كل حال بداية تاريخنا للعالـم كما يستطيع العلم إعادة تشكيلها اليوم.

ـ يستطيع الاختصاصيون الإكتفاء بالتجريد من أجل تصوّر الانفجار العظيم. لكن الآخرين يحتاجون إلى الاستعارة والتشبيه. فهو يوصف غالباً ككرة من المادة الكثيفة تنفجر في وميض هائل من الضوء لتملأ الفضاء كله...

ـ التشبيه ليس حجة. فهذا التمثيل يفترض وجود مكانين، أحدهما مليء بالمادة والضوء، وسيجتاح تدريجياً مكاناً ثانياً خالياً وبارداً. أما في نموذج الإنفجار العظيم فليس هناك سوى مكان واحد ممتلىء بشكل متجانس بالضوء والمادة، وهو في توسّع في كافة الأنحاء: فنقاطه كلها تتباعد بشكل متجانس عن بعضها بعضاً.

ـ هذا صعب التخيّل. فأي تمثيل مرئي يمكن أن يكون لدينا عندها عن الانفجار العظيم؟

ـ يمكننا عند اللزوم الحفاظ على صورة الانفجار إذا قبلنا أن هذا الانفجار كان يتم في كل نقطة من مكان شاسع وربما (ليس بالتأكيد) لانهائي. هذا صعب التخيّل بالتأكيد، ولكن هل يجب أن ندهش لذلك؟ فعندما نواجه مثل هذه السويات تكون قدراتنا في بقاع غير اعتيادية وتكون تمثيلاتنا غير متكيّفة بعض الشيء.

والله؟

ـ تتوافق هذه الصورة بشكل جميل، أكانت لانهائية أم نهائية، مع صورة خلق العالـم كما وردت في الكتاب المقدس: «وكان النور»...

ـ لقد أساء هذا التشابه طويلاً لمصداقية نظرية الانفجار العظيم عندما طُرحت في بداية الثلاثينات من القرن التاسع عشر، خصوصاً بعد تصريحات البابا بيا الثاني عشر[11] Pie XII: لقد وجد العلم «قرار النور» (فليكن النور!). وكان موقف

الشيوعيين في موسكو في تلك الفترة موحياً أيضاً. فبعد أن رفضوا كلياً هذه «الحماقات البابوية»، انتبهوا إلى أن هذه النظرية يمكن أن تثبت العقيدة الشيوعية للمادية التاريخية. «كان لينين قد قال ذلك فعلاً!»... ومع ذلك، وعلى الرغم من محاولات التعويض الدينية والسياسية هذه، فقد انتهى الأمر بأن فرض الانفجار العظيم نفسه. ولـم تنفك البراهين تتراكم لصالحه عبر العقود، ويعترف معظم الفلكيين الفيزيائيين الآن بهذه النظرية كأفضل سيناريو لتاريخ الكون. والاستثناء الوحيد كان الفلكي الفيزيائي الإنكليزي فرِد هويل Fred Hoyle الذي دافع بحماسة عن كون مستقر، إلا أنه هو الذي سمّاه ساخراً «الإنفجار العظيم». وقد بقيت التسمية...

ـ أن يجد العلمُ الدينَ في طريقه، فهذا ليس مُخزياً مع ذلك؟

ـ بشرط ألا نخلط مسارَيْهما. فالعلم يحاول فهم العالـم؟ أما الديانات (والفلسفات) فهي مخصصة عموماً لمهمة إعطاء معنى للحياة. وبإمكانهما أن يستنيرا ببعضهما بعضاً بشرط أن يبقى كل منهما في مجاله. ففي كل مرّة حاولت الكنيسة فرض تفسيرها للعالـم حصل صراع. لنتذكر غاليليو الذي كان يقول لخصومه اللاهوتيين: «قولوا لنا كيف نذهب إلى السماء، واتركونا نقول لكم كيف هي "حال" السماء». ولنتذكر معارضة الكهنة لنظريات داروين. إن العلم يهتم بالوقائع المرئية والمحسوسة. وهو لا يسمح بتفسير ما يوجد «إلى ما وراء» المنظور. والعلم لا يلغي الله، على عكس الرأي الشائع. فهو لا يستطيع إثبات وجوده ولا عدم وجوده. فهذا الكلام غريب عنه.

ـ يبقى أنه ليس فقط الديانة المسيحية بل وأيضاً الكثير جداً من الأساطير تفسّر خلق العالـم بانفجار من نور؟ فهذا مثير رغم كل شيء، أليس كذلك؟

ـ إن صورة الهباء البدئي الذي يتحول تدريجياً إلى كون منظّم موجودة في الكثير من الحكايات الموروثة. وهي مشتركة في الكثير من المعتقدات، فنجدها عند المصريين وهنود أميركا الشمالية والسومريين. وغالباً ما يُمثَّل هذا الهباء بصورة مائية، وعلى سبيل المثال بمحيط مغمور بالظلام. ويخبرنا تراث المايا أنه: «لـم يكن يوجد شيء سوى السماء الخالية والبحر الساكن في الليل العميق». ونقرأ في سفر التكوين: «كانت الأرض بلا شكل وخاوية، وكانت الظلمة تمتد على وجه الغمر، وروح الله يرفرف على وجه المياه». كذلك يتكرر ورود تحوّل البيضة. فثمة سائل داخل البيضة لا شكل له ظاهرياً يصبح فرخاً. إنّها صورة جميلة لتطوّر الكون.

وعند الصينيين تنقسم البيضة إلى نصفين يشكل أحدهما السماء والآخر الأرض. ومع ذلك يقترن الهباء في هذه الأساطير بالماء والظلمة. أما في علم الكونيات cosmologie الحديث، فهو على العكس يتألف من الحرارة والضوء.

ـ ومع ذلك، فإن التشابهات بين السرد العلمي وهذه الأساطير لا يمكن إنكارها...

ـ ربما كان الأمر مصادفة؟ أو يرجع إلى معرفة حدسية؟ وأيا كان الأمر، وكما سنرى عبر تسلسل هذا التاريخ، فنحن أنفسنا مكوّنون من غبار الانفجار العظيم. وربما كنا نحمل في صميمنا ذاكرة الكون؟

اكتشاف التاريخ

ـ كيف تمّ التوصّل إلى فكرة الهباء الأصلي وتطور الكون؟

ـ لقد اعتَبر الموروث الفلسفي خلال ألفي سنة أن الكون كان أبدياً ولامتغيراً. وقد عبّر أرسطو بوضوح عن هذا الموضوع وسيطرت أفكاره على الفكر الغربي خلال أكثر من ألفي سنة. فالنجوم بالنسبة له مكوّنة من مادة غير فانية، والمشاهد السماوية ساكنة لا تتبدل. ونعرف اليوم بفضل الأجهزة الحديثة أنه كان مخطئاً. فالنجوم تُولد وتموت بعد أن تعيش بضعة ملايين أو مليارات من السنين. وهي تضيء مستهلكةً وقودها النووي، وتنطفىء عندما ينفد هذا الأخير. وبإمكاننا أيضاً أن نقدّر عمرها.

ـ ألـم يطرح أحد أبداً فكرة أن السماء يمكن أن تتغير؟

ـ بلى. فالعديد من الفلاسفة افترضوا ذلك، لكن رؤاهم تفرض نفسها. فالفيلسوف الروماني لوقريسوس Leucrecius، الذي عاش في القرن الأول قبل المسيح، كان يؤكد أن الكون كان لا يزال فتياً. فلماذا كان لديه هذا اليقين المتقدم جداً على عصره؟ كان منطق لوقريسوس منطقاً فطناً، فكان يقول إنه استنتج منذ طفولته أن التقنيات قد تحسنت من حوله. فقد جرى تحسين أشرعة مراكبنا، وتم اختراع أسلحة أكثر فأكثر فاعلية، وقام البشر بصناعة آلات موسيقية أكثر فأكثر دقة... فإذا كان الكون أبدياً لكانت كافة هذه الإنجازات قد نالت الوقت لتتحقق مائة مرة، وألف مرة، ومليون مرة! وبالتالي كان يجب أن أحيا في عالـم مُنجَز لا يتغير

أبداً. فطالما أنني استطعت خلال بضعة سنوات من وجودي رؤية هذا القدر من التحسينات فهذا يعني حقاً أن الكون لـم يوجد منذ الأزل...

ـ استنتاج جميل...

ـ يثبت علم الكونيات ذلك اليوم من خلال ثلاث بيّنات: 1) الكون لـم يوجد دائماً؛ 2) وهو كونٌ متغير؛ 3) وهذا التغير يفسَّر بالمرور من الأقل فاعلية إلى الأكثر فاعلية، أي من البسيط إلى المعقّد.

آلة للرجوع بالزمن

ـ ما هي الاكتشافات التي يرتكز عليها العلم الحديث؟

ـ إننا نجد آثار ماضي الكون بفضل أجهزتنا الفيزيائية منها والفلكية. ومثلما يعيد علماء ما قبل التاريخ تشكيل ماضي الإنسانية، يمكننا إعادة تشكيل تاريخ الكون انطلاقاً من أحافير متروكة في المغاور. إنما لدينا أفضلية هائلة على المؤرخين: فنحن نستطيع رؤية الماضي مباشرة.

ـ كيف ذلك؟

ـ ينطلق الضوء بسرعة كبيرة جداً بالنسبة لنا تصل إلى 300000 كيلومتر في الثانية. وبالنسبة للكون تعتبر هذه السرعة ضئيلة. يصلنا الضوء من القمر خلال ثانية، ومن الشمس في ثماني دقائق، لكنه يستغرق أربع سنوات ليصل من أقرب نجم إلينا، وثماني سنوات من نجم النسر الواقع[12] Véga، ومليارات السنين من بعض المجرّات. وتسمح لنا تلسكوباتنا الآن برصد نجوم بعيدة جداً، كالكوازارات[13] quasars مثلاً، التي يصل لمعانها إلى عشرة آلاف ضعف لمعان مجرتنا بكاملها. فنحن نراها إذن في الوضع الذي كانت فيه منذ 12 مليار سنة.

ـ عندما توجّهون تلسكوباتكم إلى منطقة من الكون فأنتم ترصدون إذاً لحظة من تاريخه.

ـ تماماً. فالتلسكوب هو آلة للرجوع بالزمن. وعلى عكس المؤرخين الذين لن يستطيعوا أبداً تأمل روما القديمة، يستطيع الفيزيائيون الفلكيون رؤية الماضي بشكل حقيقي، ورصد النجوم كما كانت في الماضي. إننا نرى سديم الجبّار[14]

Orion كما كان في نهاية الأمبراطورية الرومانية، أما مجرة أندروميدا[15] Andromède التي ترى بالعين المجردة فهي صورة قديمة عمرها مليونا سنة. وإذا نظر سكان أندروميدا إلى كوكبنا في هذه اللحظة فسيرونه بالإنزياح نفسه: سيكتشفون أرض البشر الأوائل.

ـ هذا يعني أنّ السماء التي نرصدها في الليل، والنجوم التي نراها، وعشرات آلاف مليارات النجوم هذه، وهذه المجرّات، ليست سوى وهم وتراكب من صور الماضي؟

ـ إذا تحدثنا بدقة، لا يمكننا أبداً رؤية الحالة الراهنة للعالـم. عندما أنظر إليك فإني أراك في الحالة التي كنت عليها منذ جزء من المائة من الميكروثانية، وهو الزمن الذي استغرقه الضوء ليصلني. أن جزءًا من المائة من الميكروثانية زمن طويلة جداً على المستوى الذري، حتى وإن كان ذلك غير ملحوظ على مستوى وعينا. لكن الكائنات البشرية لا تختفي خلال هذه المهلة من الزمن، ولهذا يمكنني أن أطرح دون مجازفة فرضية أنك موجود هنا باستمرار. والأمر نفسه ينطبق على الشمس: فهي لا تتغير خلال الدقائق الثماني من المسافة التي يقطعها ضوؤها. وكذلك النجوم التي نراها بالعين المجردة في الليل، النجوم التي تؤلف مجرّتنا، فهي أيضاً قريبة نسبياً. أما بالنسبة للنجوم البعيدة، تلك الني نكتشفها بواسطة تلسكوبات كبيرة، فإن الأمر يكون مختلفاً. فالكوازار الذي أراه على بعد 12 مليار سنة ضوئية لـم يعد موجوداً على الأرجح اليوم.

ـ هل يمكننا إذن الرؤية إلى أبعد من ذلك أيضاً، وإلى أبكر أيضاً، حتى نبلغ الأفق الشهير، الانفجار العظيم؟

ـ كلما رجعنا في الماضي أكثر، يصبح الكون عاتماً أكثر. وإلى ما وراء حدٍّ معين لا يعود الضوء قادراً على الوصول إلينا. ويوافق هذا الأفق فترة كانت درجة الحرارة فيها نحو 3000 درجة. ووفق الساعة الاتفاقية للانفجار العظيم، كان عمر الكون قد بلغ نحو 300000 سنة.

براهين على الانفجار العظيم

ـ يبقى الانفجار العظيم إذاً مجرّداً جداً. يمكننا حتى أن نتساءل عمّا إذا يكن مجرّد نتيجة لخيال العلماء، وعمّا إذا كان له وجود حقيقي؟

ـ ترتكز نظرية الانفجار العظيم، مثل كل نظرية علمية، على مجموعة من الأرصاد وفي الوقت نفسه على منظومة رياضية (النسبية العامة لأينشتاين[16] Einstein) قادرة على إعطاء قيمها الرقمية. فإذا كانت هذه النظرية مقبولة، فذلك لأنها كانت قد تنبأت بشكل صحيح بنتيجة أرصاد كثيرة، ولأن هذه التنبؤات كانت قد أُثبِتت. ويدل ذلك على أن الانفجار العظيم ليس نتاجاً لخيال العلماء وحسب، بل وأنه يمسّ حقيقة العالَـم.

ـ فليكن. ولكن كيف يمكن وصفه إذا لـم يكن بالامكان رؤيته؟

ـ إننا نرى العديد من تجلّياته. فنحو عام 1930، استنتج عالـم فلكٍ أميركي، هو إدوين هبل[17] Edwin Hubble، أن المجرّات تتباعد عن بعضها بعضاً بسرعات تتناسب مع المسافة بينها. يشبه ذلك قليلاً قالب الحلوى الذي نضعه في الفرن: فكلما انتفخ تباعدت فيه حبات الزبيب عن بعضها بعضاً. وهذه الحركة لمجمل المجرّات، والمسماة توسّع الكون، قد تم إثباتها حتى سرعات تصل إلى عشرات آلاف الكيلومترات في الثانية. ووفق نظرية النسبية العامة لأينشتاين، يشير هذا التوسع إلى إبتراد تدريجي للكون . فدرجة حرارته الحالية تبلغ نحو 3 درجات مطلقة، أي أقل من 270 درجة سلسيوس (مئوية). إن هذا الابتراد مستمر منذ نحو خمسة عشر مليار سنة.

ـ كيف نعرف ذلك؟

ـ لنحاول إعادة تشكيل السيناريو، وذلك بعرض الفيلم بشكل عكسي. فكلما رجعنا في الزمن تقاربت المجرّات أكثر، وأصبح الكون أكثر فأكثر كثافة، وأكثر فأكثر حرارة، وأكثر فأكثر تألقاً. وهكذا نصل إلى لحظة، منذ نحو خمسة عشر مليار سنة، كانت فيها درجة الحرارة والكثافة تصلان إلى قيم هائلة. ذلك ما ندعوه اتفاقاً بالانفجار العظيم.

ـ إن قالب الحلوى هو كرة من العجين؟

ـ سبق وقلنا إن المقارنات مضلِّلة. فالمقارنة مع قالب الحلوى بالزبيب يوحي بأن الكون كان أصغر من كون اليوم. وليس ثمة ما هو أقل من ذلك يقيناً. فهو يمكن أن يكون لانهائياً حقاً ويكون قد كان لانهائياً دائماً...

ـ مهلاً! كيف يمكن أن نتخيل كوناً يكون لانهائياً منذ البدء ثم يبدأ بالكبر؟

ـ ليس لكلمة «يكبر» معنى بالنسبة لمكان لانهائي. ولنقل ببساطة إن الكون

سيكون أقلّ كثافة. ولكي نفهم بشكل أفضل يمكننا تخيّل كون ذي بعد واحد: مسطرة مدرّجة تمتد إلى اللانهاية من اليسار ومن اليمين. ولنتخيل أنها تبدأ بالتوسّع، أي أن كل علامة سنتيمتر تبتعد عن العلامات المجاورة لها. إن المسافة بين الخطوط سوف تكبر وتكبر، لكن المسطرة ستبقى لانهائية.

ـ يُفترض أن اكتشاف حركة المجرات هذه ليس البرهان الوحيد على الانفجار العظيم.

ـ هناك براهين أخرى كثيرة عليه. لنأخذ مثلاً عمر الكون. يمكننا قياس هذا العمر بطرق مختلفة، إما بواسطة حركة المجرّات، أو من خلال أعمار النجوم (بتحليل ضوئها)، أو بواسطة أعمار الذرات (بحساب نسبة بعض منها يتحلل مع مرور الوقت). إن فكرة الانفجار العظيم تتطلب أن يكون الكون أكبر عمراً من أقدم النجوم ومن أقدم الذرات. والحالة هذه، فإننا نجد في الحالات الثلاث أعماراً قريبة من 15 مليار سنة، ما يدعم مصداقية نظريتنا. ثم إن لدينا نحن أيضاً أحافيرنا...

أحافير الفضاء

ـ أحافير؟ من المفترض أنّها ليست قواقع ولا بقايا عظمية...

ـ يتعلق الأمر بظواهر فيزيائية يرجع تاريخها إلى أقدم أزمنة الكون، وتسمح لنا مواصفاتها بإعادة تشكيل الماضي، كما يفعل علماء ما قبل التاريخ بقِطَع العظام. مثال ذلك «الإشعاع الأحفوري» الذي صدر في فترة كانت درجة حرارة الكون فيها تصل إلى عدة آلاف من الدرجات. إنه أثر من الضوء الهائل الذي كان موجوداً في تلك الآونة، بعد فترة وجيزة من الانفجار العظيم، وهو عبارة عن وميض باهت متوزع بشكل متجانس في الكون. وهو يصلنا على شكل أمواج راديوية مليمترية قابلة للكشف بواسطة هوائيات مناسبة في كافة أنحاء السماء. إنها صورة الكون منذ 15 مليار سنة، الصورة الأقدم للعالـم.

ـ إذن فالفراغ ما بين النجوم ليس فارغاً؟

ـ يتألف الضوء من جُسيمات تسمى «الفوتونات». ويحتوي كل سنتيمتر مكعب في الفضاء على نحو 400 من حبيبات الضوء هذه، والتي ترتحل النسبة العظمى منها منذ البدايات الأولى للكون، في حين أن الباقي منها صدر عن النجوم.

ـ وكيف أمكن عدّها؟

ـ إننا نقيس في الحقيقة درجة حرارة الفضاء، ويمكننا القيام بذلك بدقة كبيرة جداً بفضل المسابر الفضائية بشكل خاص. وهي تساوي 2.716 درجة مطلقة. ثم إن هناك علاقة بسيطة بين درجة الحرارة وعدد الفوتونات. ويعطينا الحساب 403 حبيبات ضوء في كل سنتيمتر مكعب من الفضاء. أمر جميل، أليس كذلك؟

ـ ليس سيئاً في الواقع.

ـ نضيف بأن الفلكي الفيزيائي جورج غاموف[18] George Gamow كان هو الذي تنبأ في عام 1948 بوجود هذا الإشعاع الأحفوري، أي قبل سبعة عشر عاماً من رصده فعلياً. وكان هذا الإشعاع برأيه نتيجة ضرورية لنظرية الإنفجار العظيم.

ـ إذن، ما كانت تتنبأ به النظرية مطابق لما نرصده اليوم؟

ـ لقد قدّم لنا تلسكوب الفضاء هابل Hubble إثباتات كثيرة أيضاً. وهناك مثال حديث على ذلك: فنحن نشاهد مجرة بعيدة كما كانت في مرحلة كان الكون فيها أكثر حرارة. وبفضل هذا المرصد، فقد أمكن تحديد درجة حرارة الإشعاع الذي تسبح فيه مجرّة تقع على بعد 12 مليار سنة ضوئية. وكانت القيمة 7.6 درجات، وهي بالضبط درجة الحرارة التي تتنبأ بها النظرية. وخلال زمن ارتحال الضوء من هذه المجرّة ليصل إلينا سقطت درجة الحرارة إلى 2.7 درجات، الأمر الذي يثبت أننا نحيا في كون يتبرّد.

سواد الليل

ـ هل ثمّة براهين أخرى؟

ـ هوذا أحدها. فذرات الهليوم هي أيضاً أحافير؛ فأعدادها النسبية في الكون تتعلق هي أيضاً بالنظرية وتشير إلى أن الكون الماضي قد بلغ درجة حرارة تصل على الأقل إلى 10 مليارات درجة. وهناك أيضاً براهين غير مباشرة، مثل ظلمة السماء الليلية.

ـ وبماذا هي برهان على تطوّر الكون؟

ـ لو كانت النجوم أبدية وغير متغيرة كما كان يزعم أرسطو، فإن كمية الضوء التي تكون قد حرّرتها خلال زمن لانهائي ستكون هي أيضاً لانهائية. وبالتالي كان يجب أن تكون السماء فائقة التألق. فلماذا ليست هي كذلك؟ لقد حيّر هذا اللغز الفلكيين لعدة قرون. أما الآن فنعرف أنه إذا كانت سماؤنا مظلمة فذلك بالضبط لأن النجوم لم تكن دائماً موجودة. إن فترة خمسة عشر مليار سنة ليست كافية لكي يمتلىء الكون بالضوء، وخاصة عندما يتوسع الفضاء بين النجوم ويكبر باستمرار. إن عتمة الليل هي برهان إضافي على تطور الكون.

ـ وغيره؟

ـ ثمة برهان غير مباشر لصالح كونٍ متغير يأتينا مباشرة من النسبية العامة. فهذه النظرية، التي صيغت عام 1915، لا تسمح للكون بأن يكون سكونياً. ولو عرف أينشتاين أن يقرأ بشكل صحيح مغزى المعادلات التي وضعها بنفسه لكان استطاع التنبؤ بتطوّر كوننا قبل خمسة عشر سنة من اكتشاف الآخرين لذلك.

ـ إذن، لم يعد يوجد شيء اليوم يعارض بالتالي نظرية الانفجار العظيم؟

ـ لنقل بالأحرى إن نظرية الانفجار العظيم هي الخيار الأفضل ـ بما لا يقاس ـ في سوق النظريات الكونية. فأي سيناريو منافس لا يفسّر بهذا القدر من البساطة والطبيعية المجموعة المدهشة من الأرصاد التي تم تحقيقها. وأي سيناريو يقدّم هذا القدر من التنبؤات المتحققة... وممّا لا شك فيه أن سيناريو الانفجار العظيم لا يزال بعيداً عن إرضائنا بشكل كامل، فهو يشتمل على كثير من نقاط الضعف والغموض. إن الأمر يتعلق ببرنامج في طور الاكتمال عبر خطواته المتردّدة وعبر تلمّساته. وسنعدّله بعد دون شك، وربما سنجمله في مخطط أوسع. لكن الأساسي يجب أن يبقى.

ـ وماذا يشتمل هذا الأساسي؟

ـ ببضعة تعابير بسيطة: الكون ليس سكونياً، وهو يتبرّد ويقل كثافة. وبشكل خاص فإن المادة تنتظم فيه تدريجياً. وهذا عنصر أساسي بالنسبة لنا. إن جُسَيْمات الأزمنة السحيقة تترابط لتشكل بنًى أكثر فأكثر تحسّناً وكفاءة. وكما كان قد حزر لوقريسوس، إنما نحن نمرّ من «البسيط» إلى «المعقد»، من الأقل فعالية إلى الأكثر فعالية. إن تاريخ الكون هو تاريخ المادة التي تنتظم.

المشهد 2

الكون ينتظم

وفق ترتيب الدخول في المشهد: جُسيمات دقيقة، في عدم انتظام يتعذر وصفه. ثم تظهر أولى الذرّات كنتائج لتزاوجات الجُسيمات، وتحاول هي أيضاً إنشاء روابط متفجرّة في قلب النجوم الملتهبة.

حساء الحروف

ـ هنا تبدأ قصة التعقيد. إننا موجودون عند أفق ماضينا، منذ نحو خمسة عشر مليار سنة. مِمّ يتألف الكون في هذه اللحظة؟

ـ الكون حساءٌ متجانس من الجُسيمات الأولية: والمقصود بها الإلكترونات (تلك التي نعرفها في التيار الكهربائي) والفوتونات (حُبيبات الضوء)، والكواركات والنيوترينوات ومجموعة من العناصر الأخرى التي تدعى غرافيتونات وغْليُونات، إلخ. وتُسمى «أوّلية»، لأننا لا نستطيع تفكيكها إلى عناصر أصغر، كما يُعتقد على الأقل.

ـ إنه حساء بدئي كما يقال عادة. الأمر الذي يعني أنّ ذلك كله مخلوط وفوضوي وغير منظم.

ـ أحب أن أقارنه بأطعمة طفولتي تلك المؤلفة من عجائن على شكل حروف

الأبجدية والتي كنا نتسلى بكتابة أسمائنا بها. وفي الكون، كانت هذه الحروف، أي الجسيمات الأولية، ستتجمع في كلمات، والكلمات ستترابط بدورها لتشكل جملاً ستترتب هي أيضاً فيما بعد في فقرات ثم في فصول ثم في كتب... ففي كل مستوى تتجمع العناصر لتشكل بنى جديدة على مستوى أعلى. وتملك كل بنية منها خصائص لا تملكها عناصرها بشكل إفرادي. نتحدث هنا عن «الخصائص المنبثقة». فالكوراكات تتجمع في بروتونات ونيوترونات. ثم تتجمع هذه الأخيرة في مرحلة لاحقة في ذرّات، والتي ستؤلف جُزيئات بسيطة، والتي بدورها ستكوّن جزيئات أكثر تعقيداً، والتي... إلخ. إنه هرم أبجديات الطبيعة.

ـ ما هو الزمن الذي استغرقه ذلك؟

ـ خلال عشرات الميكروثواني الأولى من الانفجار العظيم، كان الكون عبارة عن صُهارة أو مزيج شاسع من الكواركات والغليونات. ونحو الميكروثانية الأربعين، وفي اللحظة التي نزلت فيها درجة الحرارة تحت 10^{12} درجة (أي مليون مليون درجة)، تجمعت الكواركات لتعطي أولى النُويّات: البروتونات والنيوترونات.

الثانية الأولى

ـ يا للدقة! فكيف يمكن معرفة الثانية الأولى من الكون، بل وحتى الأجزاء الدقيقة من الثانية الأولى، في حين أننا لا نعرف حتى إذا كان عمر الكون 10 او 15 مليار سنة؟

ـ أياً كان الوقت الذي حدثت فيه، فإن الأمر يتعلق مع ذلك فعلاً بالثانية الأولى. يجب أن نفهم المعنى الدقيق للكلمات. فالـ «ثانية الأولى» تشير إلى الفترة التي كانت فيها درجة حرارة الكون 10 مليارات درجة. وكان الكون قبل الثانية الأولى أكثر حرارة أيضاً. إن الصعوبة تكمن في تحديد هذه الثانية في قصتنا: ولنقل إنها ترجع إلى خمسة عشر مليار سنة. وتسمح لنا مسرّعات الجسيمات الضخمة خلال لحظات قصيرة جداً بإعادة تشكيل الكثافات الشديدة للطاقة التي كانت موجودة خلال هذه الفترة. وهي توافق درجات حرارة تصل إلى 10^{16} درجة. ولم تَسُد درجات الحرارة هذه في السيناريو الكوني إلا خلال ميكرو ـ ميكروثانية. ولكن نذكّر مرّة أخرى بأن الأمر يتعلق بتسجيل زمني لا معنى له إلا في نظرية الانفجار العظيم. إنها ساعة إتفاقية، أو نوع من وضع علامة مرجعية.

- مع ذلك كنا قد استنتجنا أن الفيزياء قد بلغت حدودها وأنها كانت قد تجرّدت بمواجهة حدث الانفجار العظيم.

- نحن نملك نظريتين جيدتين: الفيزياء الكمومية Quantum Physics، فائقة الدقة، والتي تصف سلوك الجسيمات بشرط ألاّ تكون هذه الأخيرة مغمورة في حقل جاذبية قوي جداً؛ ونظرية الجاذبية لأينشتاين، التي تتناول من جهتها حركة النجوم، إنما التي لا تفسّر السلوك الكمومي للجسيمات. إن حدود الفيزياء تقع عند درجات حرارة تصل إلى نحو 10^{32} درجة (إنها «درجة حرارة بلانك Planck»). ففي درجة الحرارة هذه بالضبط تخضع الجسيمات لقوى حقول جاذبية شديدة! فلا نعود قادرين عندها على حساب خصائصها... ولـم يحلّ أحد بعد هذه المسألة. إنها حدودنا منذ خمسين عاماً. والحق إنه يلزمنا أينشتاين جديد.

- بانتظار ذلك، لنقنع بالثانية الأولى. فلماذا يبق الكون في حالة الحساء؟ وما الذي حرّضه على الانتظام؟

- إنها القوى الأربع في الفيزياء التي أشرفت على تجمّع الجسيمات، ثم على تجمّع الذرات والجزيئات والبنى السماوية الكبرى. فالقوة النووية تربط وتشد النوى الذرية؛ والقوة الكهرمغنطيسية تؤمّن التحام الذرّات؛ وقوة الجاذبية تنظم الحركات على المستوى الكبير، مستويات النجوم والمجرّات؛ أما القوة الضعيفة فتتدخل على مستوى الجسيمات المسماة النيوترينوات neutrinos. لكن الحرارة كانت تفكك كل شيء في اللحظات الأولى وتعارض تشكيل البنى. تماماً كما هي تمنع في درجات حرارتنا الآن تشكّل الجليد. فكان يجب إذن أن يتبّرد الكون لكي تستطيع القوى الدخول في التفاعل واختبار أولى تأليفات المادة.

القوّة معنا

- ولكن من أين جاءت هذه القوى ذائعة الصيت؟

- إنه سؤال واسع يقع على حدود ما وراء الطبيعة... لماذا يوجد هناك قوى؟ ولماذا لها الشكل الرياضي الذي نعرفه لها؟ إننا نعلم اليوم أن هذه القوى موجودة هي نفسها في كل مكان، هنا وعند تخوم الكون، وأنها لـم تتغير كسرة أو جزءاً

طفيفاً منذ الانفجار العظيم. الأمر الذي يطرح تساؤلاً في كون كل شيء فيه متغير...

ـ وكيف نعرف أنها تتغير؟

ـ لقد أمكننا التحقق من ذلك بطرق كثيرة. فمنذ بضع سنوات اكتشف مهندسو مناجم في الغابون Gabon منجماً لليورانيوم ذا تركيب خاص تماماً. كان كل شيء يشير إلى أن هذا المنجم كان قد خضع لإشعاع شديد. إن نوعاً من التفاعل النووي الطبيعي كان قد انطلق بشكل متزامن في هذا المنجم منذ نحو 1.5 مليار سنة. وبمقارنة غزارة هذه النوى الذرية مع غزارة نوى مفاعلاتنا أمكن لنا أن نبين أنه كانت للقوة النووية في تلك الحقبة المواصفات ذاتها بالضبط التي لها اليوم. وبالمثل، نستطيع معرفة إذا كانت القوة الكهرمغنطيسية قد تغيّرت بمقارنة خصائص الفوتونات الفتية والهرمة.

ـ وكيف يمكننا عمل ذلك؟

ـ تسمح لنا مناظير التحليل الطيفي (المطياف) بالكشف عن فوتونات صادرة عن ذرّات حديد وقادمة من مجرّة بعيدة. إنها فوتونات «هرِمة» تسافر، فلنقل، منذ اثني عشر مليار سنة.

ـ إنها فكرة يصعب فهمها. هل نتلقى فعلاً جسيمات قديمة يمكننا التقاطها؟

ـ نعم. ففي المختبر يمكننا أن نقارن خصائصها مع خصائص الفوتونات «الفتية» الصادرة عن قوس كهربائي ذي مسريين (إلكترودين) من الحديد. والنتيجة أن القوة الكهرمغنطيسية لم تتغير خلال الفترة التي تفصل بين هذين الجيلين من الجسيمات. وبالمثل فإن تحليل غزارة النوى الثقيلة يبين أن قوة الجاذبية والقوة الضعيفة لم تعانيا من أي تغير منذ الفترة التي كانت درجة حرارة الكون فيها 10 مليارات درجة، أي منذ خمسة عشر مليار سنة.

ـ كيف يمكن تفسير أن القوى ثابتة إلى هذا الحدّ؟

ـ تُرى، على أية ألواح حجرية، كألواح موسى، توجد هذه القوانين؟ هل تقع «فوق» الكون، في هذا العالم من الأفكار العزيزة على الأفلاطونيين؟ ليست هذه الأسئلة جديدة؛ فالجدل حولها قائم منذ ألفين وخمسمائة عام. وقد أعاد تقدم الفيزياء الفلكية هذا الجدل الفلسفي إلى دائرة الاهتمام دون أن يسمح لنا مع ذلك بحلّه. وكل ما نستطيع قوله هو إن قوانين الفيزياء هذه لا تتغير لا في المكان ولا في

الزمان، بعكس الكون الذي لا يكف عن التغيّر. وقد عملت هذه القوى، في إطار نظرية الانفجار العظيم، على تكوين وتدبير التعقيد. فضلاً عن ذلك، فإن خصائص هذه القوانين هي أكثر إدهاشاً. فأشكالها الجبرية وقيمها العددية تبدو بشكل خاص مضبوطة تماماً.

ـ بماذا هي «مضبوطة»؟

ـ تُبيِّن لنا ذلك تشابيهنا الرياضية: فلو كانت مختلفة بدرجة طفيفة جداً لما كان الكون خرج أبداً من هبائه البدئي. وما كانت لتظهر أية بنية معقدة. ولا حتى جزيء سكر.

ـ وما هو السبب؟

ـ لنفترض أن القوة النووية كانت أشدّ بدرجة بسيطة. عندها كانت ستتجمع بسرعة كافة البروتونات في نوى ثقيلة. ولن يبقى هيدروجين كاف لتأمين طول عمر الشمس ومن أجل تشكيل الغطاء المائي الأرضي. إن القوة النووية كثيفة بما يكفي بالضبط من أجل إنتاج بعض النوى الثقيلة (نوى الكربون والأكسجين)، إنما ليس الكثير منها لكي لا يُستنفد الهيدروجين كله. إنه العيار الصحيح... ويمكننا القول بطريقة إما إن التعقيد والحياة والوعي كانوا في حالة كمون سابق منذ اللحظات الأولى للكون، بما هم مسجلين في شكل القوانين نفسه. ليس بما هم «ضرورة» بل بما هم إمكانية.

ـ أليس هذا منطق إستدلالي؟ فنحن نتحقق اليوم من أن القوانين قادت إلى التطوّر وصولاً إلى الإنسان. وذلك لا يعني انها كُوِّنت من أجل ذلك.

ـ إنه سؤال متعدد الوجوه: هل هناك «قصد» في الطبيعة؟ إن الأمر لا يتعلق بسؤال علمي، بل بالأحرى بسؤال فلسفي وديني. أنا شخصياً أميل للإجابة بنعم. ولكن ما هو الشكل الذي يأخذه هذا القصد، وما هو هذا القصد؟ تلكم هي الأسئلة التي تهمّني إلى أقصى حدّ. إلا أنه ليس لدي إجابات. نستطيع القول بشكل مجازي، ومع الكثير من استخدام الأهلّة المزدوجة: إذا كان لدى «الطبيعة» «قصد» بتوليد كائنات واعية لكانت «عملت» بالضبط ما قد عملت. إنه بالتأكيد منطق إستدلالي (استباقي)، لكن ذلك لا يلغي أهميته.

درس القمر

ـ منذ متى نعرف بوجود هذه القوانين في الطبيعة؟

ـ لقد تطلّب الأمر قروناً طويلة من أجل التعرّف عليها. كان الفلاسفة الإغريق يبحثون منذ ذلك الوقت عن «العناصر الأولية» التي سهرت، حسب رأيهم، على إعداد الكون. وكان أرسطو يقسم العالـم إلى عالَمين: العالـم «ما تحت القمر» (عالمنا)، الخاضع للتغير، حيث تفسد القوانين ويصدأ المعدن؛ وعالَـم الفضاء «ما وراء القمر»، حيث تسكن الأجرام السماوية، الكاملة واللامتغيرة والخالدة.

ـ كان كل شيء للأحسن في أفضل العوالـم.

ـ لقد أثّر مفهوم كَمال الأجرام السماوية هذا لفترة طويلة في الفكر الغربي. فالبقع الشمسية المرئية بالعين المجردة والمعروفة عند الصينيين القدماء لـم تُذكر أبداً في الغرب قبل غاليليو. إن العبارة القائلة: «أؤمن بالشيء عندما أراه» يمكن أن تنعكس أيضاً وتصبح: «أرى الشيء عندما أؤمن به». لقد أعيد طرح المسألة برمّتها عندما رأى غاليليو بمنظاره الجبال على القمر للمرة الأولى. «فالقمر مثل الأرض. والأرض جُرم. ليس هناك عالَمَيْن بل عالـم واحد تحكمه القوانين نفسها في كل مكان.» وذهب نيوتن[19] Newton إلى أبعد من ذلك: فبالنسبة له، إن القوة نفسها التي تُسقط التفاحة هي التي تحفظ القمر في مداره حول الأرض، وكذلك الأرض حول الشمس. إنها الجاذبية «الكونية» التي استخدمها من أجل تفسير حركة الكواكب. إن قوانين الفيزياء الأرضية تطبق على الكون كله.

ـ لكن ذلك لا يشكل سوى قوة وحيدة...

ـ في القرن التاسع عشر كانت القوة الكهربائية التي تشد زغب القماش إلى الكهرمان معروفة منذ زمن طويل؛ وكذلك القوة المغنطيسية التي توجّه إبرة البوصلة. وقد بيّن عمل فيزيائيين كثيرين أن الأمر كان يتعلق في الواقع بقوة واحدة تسمى القوة الكهرمغنطيسية تتجلى بطريقة مختلفة بحسب الظروف. وفي القرن العشرين اكتُشفت قوتان جديدتان: القوة النووية والقوة الضعيفة. وتم البرهان، نحو عام 1970، على أن القوة الضعيفة والقوة الكهرمغنطيسية لـم تكونا هما أيضاً سوى تجلِّيَيْن لقوة تسمى «الكهرضعيفة». ويسعى الفيزيائيون إلى توحيد القوى جميعها، لكن ذلك ليس سوى حلم حتى هذه اللحظة...

ـ لقد عُثر على قوتين في قرننا هذا، فلماذا لا يكون هناك قوى أخرى غيرهما؟

ـ هذا ممكن. إن الفيزيائي يفهرس القوى كما يجمع عالـم النبات الزهور. فلا شيء يسمح لنا بالقول إننا أنهينا جردها. وقد طُرحت منذ عشر سنوات فكرة قوة خامسة، لكنها لـم تصمد أمام التحليل.

الدقائق الأولى

ـ كيف تدخّلت هذه القوى الكونية الأربع في بداية قصتنا؟

ـ عندما كانت درجة الحرارة مرتفعة جداً، كان الهيجان الحراري يفكك بسرعة كافة البنى التي يمكن أن تتشكل. ومع تناقص الحرارة دخلت القوى اللعبة وفق ترتيب القدرة. وكانت القوة النووية هي الأولى، فتجمعت الكواركات ثلاثاً ثلاثاً لتشكل النُويّات nucleons (النيوترونات والبروتونات) عندما كان عمر الكون نحو 20 ميكروثانية.

ـ ولماذا ثلاثاً ثلاثاً؟

ـ تتجمع هذه الجسيمات بالمصادفة، لكن بعض التراكيبات لا تصمد. فإذا تجمّعت اثنين اثنين تكون الأزواج التي تشكلها غير مستقرة وتتحلل بسرعة. ويقاوم التحلل نوعان فقط من التجمّعات الثلاثية: تجمّع من كواركين من النمط «فوق» وواحد من النمط «تحت»، وهي تشكل بروتوناً، وتجمّع من كواركين من النمط «تحت» وواحد «فوق» وهي تشكل نيوتروناً. وبعد فترة بسيطة تحرّض القوة النووية هذه البنى الجديدة لتشكل بدورها تجمّعات من بروتونين ونيوترونين فتؤلف أول نواة ذرية هي نواة الهليوم. تكون درجة الحرارة عندها قد هبطت إلى 10 مليارات درجة ويكون عمر الكون قد بلغ دقيقة واحدة.

ـ لقد تطلب الأمر دقيقة للوصول إلى أوّل نواة ذرية!

ـ لا تستطيع القوى أن تظهر إلا في ظروف حرارية معينة، ويشبه ذلك قليلاً الماء الذي يشكل الجليد. فإذا كانت درجة الحرارة عالية جداً تتوقف هذه القوى عن العمل. وكذلك فإنها لا تعمل عندما تكون درجة الحرارة باردة جداً. لقد ابترد الكون بعد دقائقه الأولى، وكبح مجدداً نشاط القوة النووية، وكان تركيب الكون

حينئذ 75% من نوى الهيدروجين (البروتونات) و 25% من نوى الهليوم. وعلى المستوى التنظيمي لـم يحدث شيء خلال عدة مئات آلاف السنين.

ـ دقيقة من الهيجان، ثم مئات آلاف السنين من الانتظار! إنه بالأحرى تطوّر متقطّع!

ـ إن التعقيد لا يتقدم بخطى منتظمة. وعندما هبطت درجة الحرارة تحت 3000 درجة دخلت القوة الكهرمغنطيسية في العملية. فوضعت الإلكترونات في مدار حول النوى وخلقت بذلك أولى ذرات الهيدروجين والهليوم. وأدى اختفاء الإلكترونات الحرّة إلى جعل الكون شفافاً، فلم تعد الفوتونات، حبيبات الضوء هذه، تتأثر بمادة الكون. وهكذا فقد تاهت في الفضاء وتحللت تدريجياً إلى طاقة. وهي لا تزال هنا اليوم، وقد شاخت وتحلّلت، مشكّلة الإشعاع الأحفوري... ثم قام التطور بعد ذلك باستراحة ثانية. وكان يجب انتظار مائة مليون سنة أيضاً لينطلق من جديد.

أولى المجرّات

ـ وما الذي كان سيطلقه هذه المرّة؟

ـ تحت تأثير قوة الجاذبية، بدأت المادة التي كانت متجانسة حتى هذه اللحظة بتشكيل حُثَيْرات. فمنذ أن أسرت النوى الذرات، أصبح الحقل حراً، وأصبح بالإمكان تشكل البنى على المستوى الكبير. وكانت كل محاولة قبل ذلك لتركيز المادة تبطل بتأثير الفوتونات على الإلكترونات. أما هذه المرة فستتمكن من التكاثف في مجرّات...

ـ مرة أخرى لا يمكننا أن نمنع أنفسنا من التساؤل: ولكن لماذا؟

ـ يجب أن نُقِرّ بأن معرفتنا بهذه الفترة من التاريخ قليلة جداً، وزد على ذلك أن الباحثين الإنكليز يصفونها بـ «العصر الأسود لعلم الكون». لقد بينت لنا أرصاد القمر الاصطناعي «كوب» COBE أن المادة في تلك اللحظة لـم تكن متجانسة ومتساوية التوزع الحراري isotherme بشكل كامل. وهكذا فقد لعبت في حينه مناطق أكثر كثافة بدرجة طفيفة من المتوسط دور «بذور» المجرّات. *وهكذا اجتذبت* جاذبيتها تدريجياً المادة المحيطة بها، الأمر الذي أدى إلى استمرار زيادة كتلتها. وسمح لها أثر «كرة الثلج» هذا بالنمو حتى تشكّل المجرات الرائعة التي نراها اليوم في السماء.

ـ هل حدثت هذه الظاهرة في كل مكان وفي الوقت نفسه؟ أفلا يوجد صحراء إذن في الكون؟

ـ الكون متراتب في تجمّعات من المجرّات، والمجرّات، وحشود النجوم، والنجوم المفردة. فمنظومتنا الشمسية مثلاً تنتمي إلى مجرة، هي درب التبانة (أو الدرب اللبنية)، المؤلفة من مئات مليارات النجوم، والتي يشكل مجملها قرصاً قطره 100 000 سنة ضوئية.

ـ ذرة غبار في الكون...

ـ إنها تشكل جزءاً من حشد محلي صغير يتألف من نحو عشرين مجرّة أخرى (بينها المرأة المسلسلة أندروميدا وسحابتا ماجلاّن)، ينتمي هو نفسه إلى حشد أكبر، هو حشد العذراء الذي يضم من جهته بضعة آلاف مجرّة. ويؤوي هذا الحشد الفائق supercluster في مركزه مجرّة عملاقة أضخم من مجرّتنا بمائة مرّة، وتنجذب نحوها المجرّات الأخرى. هنا نتحدث عن مجرّة متوحشة...

ـ جميل...

ـ على مستوى أعلى من مليار سنة ضوئية أصبح الكون فائق التجانس، فالمكان كله أصبح معموراً بشكل موحّد تقريباً؛ فليس ثمة «صحراء» فيه، ولا شيء يشبه مقطعاً في الكون أكثر من مقطع آخر فيه.

ـ في هذه المرحلة إذن غيّر الكون شكله.

ـ وبعد نحو مائة مليون سنة من الانفجار العظيم لـم يعد الكون يظهر على شكل حساء متجانس، كما في الأزمنة الأولى. فقد أصبح على الشكل الذي نعرفه به : فضاء شاسع، قليل الكثافة، تتناثر فيه هذه الجزر المجرّية الرائعة، والتي تفوقه كثافة بمليون مرّة. وتتكاثف المادة في قلب هذه المجرّات تحت تأثير قوة الجاذبية وتشكّل النجوم، وحرّض ذلك إزدياداً في درجة الحرارة. وهكذا أفلتت النجوم من الابتراد العام الذي استمر حولها. وسخنت النجوم وأطلقت الطاقة وبدأت باللمعان. واستنفد أضخمها، الذي تساوي كتلته خمسين ضعف كتلة شمسنا، وقوده الذري في ثلاثة أو أربعة ملايين سنة. وعاشت النجوم الأقل ضخامة خلال مليارات السنين.

ـ ولماذا اتخذت شكل الكرات؟

ـ ما الذي تفعله قوة الجاذبية؟ إنها تجذب المادة. وما هو الشكل الذي تكون فيه العناصر كلها أقرب ما تكون إلى بعضها البعض؟ إنه الكرة! وذلك هو سبب كروية النجوم، وكذلك الكواكب إذا لـم تكن صغيرة جداً. إن قوى الجاذبية داخل جرم سماوي يتجاوز نصف قطره 100 كلم تتغلب على القوى الكيميائية، التي تعطي للمادة قساوتها، وتجبرها على اتخاذ شكل كروي: فالقمر دائري، وأقمار المشتري أيضاً. وبالمقابل، فإن لقمَري المِرِّيخ، وهما أصغر، جاذبية غير كافية لكي تكون كتلتهما الصخرية مدوّرة، وهما ليسا كرويين.

ـ ولكن المجرّات ليست كروية، لماذا؟

ـ إن دورانها هو الذي يسطِّحها ويعطيها شكل القرص الذي نعرفها به. إن أرضنا نفسها مفلطحة قليلاً بسبب دورانها. والشمس أيضاً.

لماذا لا تقع النجوم

ـ لماذا تجذب هذه النجوم كلُّها بعضها بعضاً؟

ـ كان نيوتن قد طرح على نفسه هذه السؤال. فكان يحدّث نفسه قائلاً طالما إن النجوم ثقيلة فهي تجذب بعضها بعضاً. فلماذا لا يسقط بعضها على بعضها الآخر؟ إذا كان القمر لا يتهشّم على الأرض، فذلك لأنه يدور حولنا: فالقوة المركزية المقترنة بحركته توازن قوة الجاذبية وتعدّلها. والأمر نفسه ينطبق على الأرض وعلى الشمس، فدوران أرضنا حول النجم هو الذي يمنعها من التحطم عليه. أما فيما يتعلق بالنجوم، فلم يحلّ نيوتن أبداً هذا اللغز.

ـ وما هو الجواب؟

ـ لـم يكن وجود المجرّات معروفاً في عصر نيوتن. ونعرف اليوم أن المنظومة الشمسية تدور حول مركز مجرتنا درب التبانة، وهذه الحركة هي التي تحفظها على مدارها وتمنعها من السقوط باتجاه النواة المركزية، كما هو الحال بالنسبة لمائة مليار نجم آخر.

ـ ولكن، ما الذي يمنع عندها المجرّات من السقوط بعضها على بعضها الآخر؟ ليس هناك على حدّ علمنا مركز للكون؟

ـ لا. فالجواب موجود هذه المرة في توسّع الكون وفي الحركة العامة للمجرّات. فنحن نلاحظ أن هذه الأخيرة تتباعد عن بعضها بعضاً. ولا يزال سبب هذا الاندفاع البدئي موضوع تأمّل وتفكّر.

ـ وما هو مقدار الزمن الذي ستستمر خلاله هذه الحركة؟

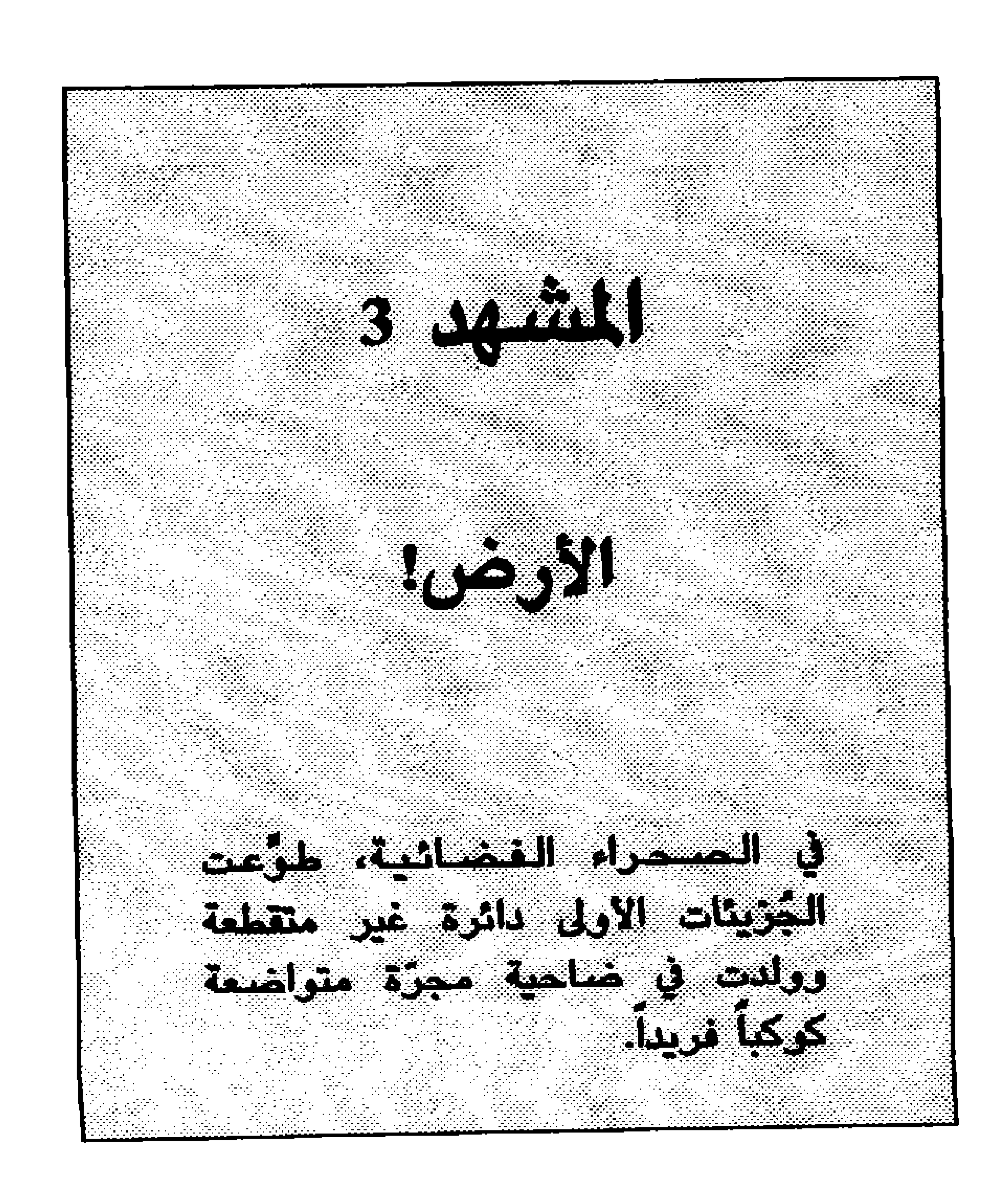
ـ ليست لدينا إجابة حاسمة عن هذا السؤال. تخيّل أنك ترى حصاة في زرقة السماء فوق رأسك. هناك إحتمالان لذلك: إما أن هذه الحصاة في طريق السقوط باتجاهك، أو أنها ترتفع. ما الذي سيحصل في هذه الحالة؟ هناك احتمالان أيضاً: إما أنها ستعود عما قليل لتسقط على الأرض، أو أنها ستفلت من جذبها فلا تعود أبداً إلى سطح الأرض. ويتعلق ذلك كله بالسرعة التي أُطلقت بها. فإذا كانت هذه الأخيرة أقل من 11 كيلومتر في الثانية فإنها ستسقط، وإلا فستفلت من جاذبية الأرض.

ـ وسيكون الأمر نفسه إذاً بالنسبة للمجرات؟

ـ إنها تبتعد عنا، لكن حركتها تتباطأ بسبب الجاذبية التي تؤثر ببعضها بعضاً. إن جذبها المتبادل يتعلق بعددها وبكتلتها، أي بكثافة المادة الكونية: فإذا كانت هذه الكثافة ضعيفة ستستمر المجرات بالابتعاد دونما نهاية (إنه سيناريو «الكون المفتوح»)؛ أما إذا كانت الكثافة شديدة فسينتهي الأمر بالمجرّات إلى عكس حركتها وعودة بعضها باتجاه بعضها الآخر (إنه سيناريو «الكون المغلق»). إنهما المستقبَلان الممكنان للكون.

ـ ونحو أيٍّ منهما يميل العلماء؟

ـ نحو الأول. فالكون سيستمر في التوسّع والابتراد إلى ما لانهاية. ومع ذلك فإن هذه النتيجة لـم تبرهَن بشكل قاطع بعد. ولكن مهما يكن من أمر، فإننا نعرف منذ الآن أن التوسّع سيدوم بعد أربعة عشر مليار سنة على الأقل.



بُوتقة النجوم

ـ صحراء لا نهائية، مع جزر موزّعة هنا وهناك من المجرّات المجزّأة إلى نجوم... مليار سنة بعد الإنفجار العظيم؛ لقد انتظم حساء المادة وهو يبدي الآن مظهراً يمكن التعرّف عليه أكثر. ذلك كله يبدو ساكناً، وكان يمكن جداً للكون أن يبقى هنا. ومع ذلك فإن التطور سينطلق في مسيرته مرة أخرى. لماذا؟

ـ إنها النجوم الأولى التي استعادت شعلة المسيرة. ففي حين كان الكون يتابع ابترادہ في كل مكان آخر، كانت النجوم تشهد ارتفاعاً ملحوظاً في درجة الحرارة. لقد أصبحت بوتقات لإعداد المادة وستجعلها تعبر مرحلة جديدة من التطوّر الكوني. فتجمّعات الثواني الأولى من عمر الكون ستعاد في النجوم.

ـ هل تتصرف النجوم مثل «الانفجار العظيم»، إنما في نطاقات صغيرة ومحلية؟

ـ بمعنى معين، بلى. فمحرّض التسـ ين هو انكماش النجم بتأثير ثقله الخاص.

وعندما تبلغ درجة الحرارة نحو 10 ملايين درجة، «تستيقظ» القوة النووية من

جديد. وكما في الانفجار العظيم تندمج البروتونات لتشكل الهليوم.

ـ كان كون البدايات كما نتذكرة قد توقف عند هذه المرحلة...

ـ هذه التفاعلات النووية تحرر كمية كبيرة من الطاقة في الفضاء على شكل ضوء. هكذا يلمع النجم. وهكذا تنشط شمسنا بالهيدروجين منذ 4.5 مليارات سنة. أما النجوم الأعظم كتلة فتلمع أكثر بكثير من نجمنا وتستهلك هيدروجينها خلال بضعة ملايين سنة. وعندها يكمل النجم انكماشه، وترتفع درجة حرارته حتى تتجاوز 100 مليون درجة. وعندها يصبح الهليوم، رماد الهيدروجين، وَقوداً بدوره. حينئذٍ تسمح مجموعة من التفاعلات النووية باندماجات غير معروفة سابقاً: تجتمع ثلاث ذرات هليوم في ذرة كربون وأربع ذرات هليوم في ذرة أكسجين.

ـ ولكن لماذا لـم يمكن لهذه التفاعلات أن تحصل في وقت الانفجار العظيم؟

ـ إن لقاء واندماج ذرّات الهليوم الثلاثة ظاهرة نادرة جداً. ويلزم وقت طويل لتتحقق. إن مرحلة النشاط النووي لـم تدم خلال الانفجار العظيم إلا بضعة دقائق. وتلك فترة قصيرة جداً لتصنيع كمية كبيرة من الكربون. وفي هذه المرة ستستطيع التجمّعات أن تتحقق خلال ملايين السنين في النجوم.

ـ فكل نجم سيبدأ إذن بتصنيع الكربون والأكسجين؟

ـ خلال ملايين السنين التي تلت امتلأ مركز النجوم فعلياً بنوى الكربون والأكسجين. وسيلعب هذان العنصران دوراً أساسياً في تتمة القصة. فالكربون بخاصة، بشكله الذري الخاص، يتلاءم بسهولة مع تصنيع السلاسل الجزيئية الطويلة التي ستتدخل في ظهور الحياة. وسيدخل الأكسجين في تركيب الماء، وهو عنصر آخر لازم للحياة.

غُبار النجوم

ـ هل يستمر النجم خلال هذا الوقت بالانكماش؟

ـ ينهار قلب النجم على نفسه في حين يتمدد غلافه بسرعة متحولاً إلى الأحمر، ويصبح عملاقاً أحمر. وعندما تتجاوز حرارته مليار درجة فإنه يولّد نوى ذرات

أكثر ثقلاً، هي ذرات المعادن من حديد وزنك ونحاس ويورانيوم وذهب ورصاص... حتى اليورانيوم المؤلف من 92 بروتوناً و 146 نيوتروناً، بل وحتى إلى أبعد قليلاً من ذلك. إن العناصر الذرية المائة التي نعرفها في الطبيعة أُنتجت هكذا في النجوم.

ـ كان يمكن لذلك أن يستمر طويلاً.

ـ لا، لأن قلب النجم ينهار الآن على نفسه. وتدخل عندها نوى الذرات في تماس فيما بينها وترتد. ويحرّض ذلك موجة صدم هائلة تؤدي إلى انفجار النجم، ذلك ما نسميه المستعر الفائق supernova، وهو بريق يضيء السماء مثل مليار شمس. وعندها تُقذف المواد الثمينة التي أنتجها النجم في باطنه طيلة وجوده في الفضاء، بسرعة عشرات آلاف الكيلومترات في الثانية. فكما لو أن الطبيعة أخرجت الأطباق من الفرن في اللحظة المناسبة، تماماً قبل أن تحترق.

ـ بالإطاحة بالفرن!

ـ هكذا تموت النجوم كبيرة الكتلة. وهي تترك مع ذلك في مواقعها بقية نجمية مندمجة تصبح نجماً نيوترونياً أو ثقباً أسود. أما النجوم الصغيرة، مثل الشمس، فتنطفىء بهدوء أكثر. فهي تفرغ مادتها دون عُنف وتتحول إلى أقزام بيضاء. إنها تبرد ببطء وتتحول إلى جثث سماوية بلا إشعاع.

ـ وما مصير هذه الذرّات المفلتة من النجوم الميتة؟

ـ إنها تهيم على وجهها في الفضاء ما بين النجمي وتمتزج بالسحابات الكبيرة المتناثرة على امتداد درب التبانة Milky Way. ويصبح الفضاء الآن مختبراً حقيقياً للكيمياء. فتحت تأثير القوة الكهرمغنطيسية تتوضع الإلكترونات على مدارات حول النوى الذرية لتشكل الذرات. وتتحد هذه الأخيرة بدورها في جزيئات أكثر فأكثر ثقلاً. ويضم بعضها أكثر من عشر ذرات. ويعطي اتحاد الأكسجين والهيدروجين الماء. ويشكل الآزوت والهيدروجين الأمونياك. بل ونجد بينها حتى جزيء الكحول الإتيلي الذي نجده في المشروبات الكحولية، وهو مؤلف من ذرتي كربون وذرة أكسجين وست ذرات هيدروجين. إنها الذرات نفسها التي ستتحد فيما بعد على الأرض لتشكل العضويّات الحية. نحن حقاً مجبولون من غبار النجوم.

مقبرة النجوم

ـ في تلك الحقبة لـم يكن ثمة في الكون سوى غازات، وكرات نجمية من نار، إنما ليس موادّ صلبة بعد.

ـ إنها قادمة. فمع ابترادها، ستتجمع بعض الذرات الناتجة عن النجوم، مثل السليسيوم والأكسجين والحديد، لتشكل أولى العناصر الصلبة، ألا وهي السليكات (الصوّان). إنها حُبَيْبات دقيقة لا تتجاوز أبعادها الميكرون (واحد بالألف من المليمتر) وتحتوي على مئات ملايين الذرّات. وتؤثر قوة الجاذبية على السُحُب ما بين النجمية وتقودها للتقوّص محرِّضة ولادة نجوم جديدة. ويكون لبعضها مجموعة كوكبية مثل مجموعتنا. وتشتمل هذه الكواكب في قلبها على الذرّات التي ولدتها النجوم الميتة.

ـ يجب إذن أن تموت النجوم لتولد أخرى. فظهور الجديد يتطلب موت القديم، حتى في الفضاء!

ـ لقد خُلقت ذرّات غلافنا الحيوي (البيوسفير biosphere) بالضرورة في بُوتقات النجوم، وحُرِّرت في الفضاء عند موتها. لقد بدأت هذه الأجيال المختلطة من النجوم والذرّات بعد عدة مئات من ملايين السنين من الانفجار العظيم. وستستمر بعد خلال عشرات مليارات السنين. ويصبح الكون أشبه بغابة من النجوم: ففيه الكبير والصغير والفتيّ والهرِم الذي يموت ويتفكك ويغني التربة لتغذية براعم جديدة. ويتشكل وسطياً حتى الآن ثلاثة نجوم في السنة في مجرتنا. وهكذا، وُلد خلال فترة متأخرة، منذ 4.5 مليارات سنة فقط، نجمٌ يهمنا بشكل خاص، هو شمسنا، على طرف مجرة حلزونية هي درب التبانة.

ـ لماذا حلزونية؟

ـ إن الدوران السريع للنجوم حول مركز مجرتنا هو الذي أعطاها شكل القرص المفلطح. أما أصل الأذرع الحلزونية فيعود إلى ظاهرات جاذبية، لكننا لا نعرفها جيداً. إن مجرة درب التبانة، هذا القوس المضيء الكبير الذي يجتاز السماء الليلية المرصّعة بالنجوم، هي صورة هذه النجوم كلها المتوضعة على امتداد قرص المجرة والتي تدور حول مركزها: وتُتم منظومتنا الشمسية دورة كاملة في 200 مليون سنة تقريباً.

نجم عادي

ـ ما الذي يميز شمسنا عن النجوم الأخرى؟

ـ إنها نجم متوسط تماماً في مجرّتنا. ومن بين مائة مليار نجم في المجرّة، يوجد مليار نجم على الأقل يشبهها إلى حدّ الإلتباس. عندما ولدت الشمس على ذراع خارجي لدرب التبانة، منذ 4.5 مليارات سنة، كانت أكبر مما هي عليه الآن بكثير وكانت حمراء. وشيئاً فشيئاً بدأت تنكمش وتصبح صفراء وازدادت حرارتها الداخلية. وبعد عشرة ملايين سنة بدأت تحوِّل هيدروجينها إلى هليوم، مثل قنبلة هيدروجينية عملاقة، إنما بمعدل مضبوط. وقد أمنت لها ظاهرة الاندماج النووي هذه استقرارها ولمعانها.

ـ لقد نجح هذا النجم العادي مع ذلك بجذب كواكب وإنشاء منظومة حوله.

ـ يتعلق الأمر على الأرجح بظاهرة عامة بدرجة كافية في المجرّة، على الرغم من أننا لـم نكتشف بعد بوسائلنا المحدودة سوى عدد قليل من الحالات منها. إن تشكل كواكب مثل الأرض لا يمكن إلاّ أن يكون حديثاً نسبياً. إن الأجسام الصلبة في مجموعتنا الكوكبية تتألف بشكل خاص من الأكسجين والسليسيوم والمغنزيوم والحديد. إنها ذرّات تشكّلت تدريجياً من خلال نشاط أجيال متعاقبة من النجوم. وقد تطلب الأمر لكي تتراكم بكمية كافية في السحابات ما بين النجمية عدة مليارات من السنين. لقد تم قياس عمر القمر وكذلك عمر العديد من النيازك، وتبين أن القيم متساوية تماماً: 4.56 مليارات سنة. فقد ظهرت الشمس مع كواكبها في الوقت نفسه، في الوقت الذي كان عمر مجرّتنا فيه أكثر من ثمانية مليارات سنة.

ـ كيف تتشكل الكواكب؟

ـ نحن لا نعرف ذلك بشكل جيد جداً. إن الغبار ما بين النجمي يتوضع حول أجنّة النجوم ويشكّل أقراصاً مشابهة لحلقات زحل. ثم تتجمع شيئاً فشيئاً هذه الأجسام الصغيرة لتشكل بنى صخرية ذات أبعاد متزايدة باستمرار. وتكون التصادمات متواترة بينها. وبتصادم الحصيّات فإنها تتفتت أو تتلاحم. وتجذب بعض الكتل الأكثر ثقلاً الكتل الأخرى وينتهي الأمر بها إلى التكتل في كواكب. وتحفظ الفوهات التي لا تحصى على القمر وعلى أجسام أخرى كثيرة في المجموعة

الشمسية أثر هذه الصدمات العنيفة والتي زادت من كتلة هذه الأجسام، وتحرر هذه الصدمات كمية كبيرة من الحرارة، تضاف إليها الطاقة العائدة إلى النشاط الاشعاعي لذرّات معينة.

ـ كان ذلك كله في طور الإندماج بعد؟

ـ تكون الكواكب الكبيرة عند ولادتها كرات نارية متأججة. فكلما كان الكوكب كبير الكتلة، كانت الحرارة شديدة وتطلب الأمر وقتاً أطول لتبديدها. وقد تم ذلك بسرعة كبيرة بالنسبة للأجسام الصغيرة جداً مثل الكُوَيْكبات. كذلك بدّد القمر وعطارد حرارتهما البدئية في الفضاء خلال عدة مئات من ملايين السنين. فمنذ زمن بعيد لم يَعُد لهذين الجرمين نار داخلية وبالتالي لم يعد لهما نشاط جيولوجي. أما الأرض فقد تطلبت مزيداً من الوقت. وهي اليوم تحفظ في قلبها نار جمر تحرِّض حركات الحمل الحراري للحجارة التي لا تزال سائلة. إن هذه الظاهرات هي السبب الأصلي لانزياح القارات ولثوران البراكين وللهزّات الأرضية. ومن جهة أخرى فإن هذا اللاإستقرار الجيولوجي ثمين: فهو يؤدي إلى تغيّرات في المناخ الذي يلعب دوراً هاماً في تطوّر الكائنات الحية.

الماء السائل

ـ ما الذي يميّز كوكبنا عن الكواكب الأخرى؟

ـ إنه الكوكب الوحيد الذي يحوي ماء سائلاً. إن الماء موجود بكثرة في المجموعة الشمسية: على شكل جليد في أقمار المشتري وزُحَل حيث درجة الحرارة منخفضة جداً، وعلى شكل بخار في الجو الحارق للزُهرة الأقرب من الأرض إلى الشمس. إن مدار الأرض يبقي الزُهرة على مسافة ملائمة ليبقى الماء سائلاً عليها.

ـ كان المريخ أيضاً يحوي الماء السائل، كما تُبين ذلك اقنيته، هذه الوديان الجافة التي كشفتها المسابر الفضائية.

ـ من المرجّح أن السوائل جرت على سطح المريخ منذ ما لا يقل عن مليار سنة. ولم يعد يوجد شيء منها منذ زمن بعيد. لماذا؟ إننا لا نعرف تمام المعرفة. وبسبب كتلته الصغيرة أصبح نشاطه التكتوني ضعيفاً جداً الآن.

ـ ولكن من أين أتى ماء الأرض؟

ـ لنعد إلى هذه التدفّقات من المادة التي انقذفت في الفضاء عند موت النجوم. فعلى الغبار الذي يتشكل يتوضّع جليد الماء وغاز الكربون. وعندما يلتحم هذا الغبار ليولّد الكواكب، تتصعد الجليديّات وتفلت إلى الخارج على شكل تدفّقات ينابيع حارة. وفضلاً عن ذلك، تسقط على الكواكب مذنّبات مكوّنة من نسبة عالية من الجليد.

ـ وهل ستحفظ الأرض هذا الماء؟

ـ إن حقل جاذبيتها كاف للإمساك بجزيئات الماء هذه على سطحها، ويسمح لها بُعدها عن الشمس بالإبقاء جزئياً على الماء سائلاً. وكانت الأرض في أزمنتها الأولى تُمطَر بشكل دائم بالأشعة فوق البنفسجية التي تطلقها الشمس الفتية جداً، وكان غلافها الجوّي ملعباً لأعاصير هائلة، وكانت بروق شديدة تعصف بها كما هو الحال على الزُهْرة اليوم.

هِبَة الماء

ـ لماذا لـم يشهد كوكبُ الزُهرة إذن التاريخَ نفسه؟

ـ لا نعرف ذلك حقاً. إن الكوكبَيْن يشبهان بعضهما كثيراً. فلهما عملياً الكتلة نفسها وفيهما كمية الكربون نفسها... ومع ذلك، فإن هذا الكربون موجود على الزُهرة في الغلاف الجوي، في حين أنه موجود على الأرض في قعر المحيطات على شكل حجارة كلسية. ورغم ذلك كان التركيبان الجويان البدئيان للكوكبين متشابهين إلى حد كبير.

ـ من أين أتى الاختلاف إذن؟

ـ نعتقد أن الماء السائل على سطح كوكبنا لعب دوراً حاسماً. فبفضل هذا الغطاء المائي أمكن لغاز الكربون في الغلاف الجوي البدئي أن ينحلّ ويتوضّع في أعماق المحيطات على شكل كربونات. أما كوكب الزُهرة فهو أقرب منا إلى الشمس بقليل. واختلاف درجة الحرارة عليه هو المسؤول في الأغلب عن الغياب البدئي للماء السائل عليه. ويخلق غلافه المكوّن من غاز الكربون أثراً واسعاً للدفيئة greenhouse يحفظ درجة الحرارة عليه عند 500 درجة. وهكذا فقد تطورّ هذان الكوكبان المتطابقان تقريباً بطريقة مختلفة جداً.

ـ أي أنه من دون الماء السائل ما كان ليكون ثمة تتمة لقصة الكون.

ـ أعتقد ذلك. فقد لعب الماء السائل دوراً جوهرياً في ظهور التعقيد الكوني. ففي الغطاء النباتي، وفي منأى عن الإشعاعات المؤيِّنة للفضاء، كانت كيمياء كثيفة ستبدأ عملها. وقد أنتجت عبر اللقاءات والاتحادات بنى جُزيئية أكثر فأكثر أهمية. وكان الكربون، وليد النجوم العمالقة الحُمر، سيلعب الدور الأساسي في هذه المراحل الأولى من التطور ما قبل الحيوي.

تأثير الغلاف الجوي

ـ لماذا مثل هذا النجاح للكربون؟

ـ إنها الذرّة المثالية من أجل بناء الجُزيئات. فهي تملك أربعة خطّافات تلعب بها دور المِفْصل بين العديد من الذرات. والروابط التي تخلقها مرنة بدرجة كافية لكي تؤدي لعبة الربط والتفكيك السريعين والضروريّين للظاهرات الحيوية. ويملك السليسيوم أيضاً أربعة «خطّافات»، لكن الروابط التي يعقدها أكثر قساوة بكثير. فهو يخلق بنى مستقرة كالرمل، لكنه لا يستطيع الخضوع لمتطلبات الاستقلاب metabolism.

ـ إذن من العبث تخيّل وجود أشكال للحياة في مكان ما من الكون على أساس السليسيوم؟

ـ ذلك بعيد جداً عن الاحتمال. ففي مجرّتنا كما في المجرّات المجاورة، تحتوي الجزيئات ذات عدد الذرات الأكبر من أربعة، والتي تم تحديدها بواسطة التلسكوبات الراديوية، على الكربون دائماً وليس على السليسيوم أبداً. ويوحي ذلك بشدة أنه إذا كانت الحياة موجودة في مكان خارجي ما فإنها ستكون مبنية من الكربون أيضاً.

ـ لم تتأخر الحياة بالظهور حالما أصبح الغلاف الجوي الأرضي مشكّلاً، أليس كذلك؟

ـ عندما ولدت الأرض منذ 4.5 مليارات سنة كانت الظروف ملائمة. فدرجة حرارة سطحها كانت مرتفعة جداً. وكان الفضاء إضافة إلى ذلك يعجّ بأجسام

صغيرة ستمتصّها فيما بعد الأجرام الأعظم كتلة (لقد قامت المنظومة الشمسية بعمليات التنظيف الخاصة بها). وكان قصف النيازك والمذنّبات فائق العنف. وقد بيّنت دراسات مذنب هالي Halley، عند مروره الأخير عام 1986، وجود كمية كبيرة من الهيدروكربورات فيه. كذلك فإن صدمات المليار سنة الأولى قد حملت على الأرجح إلى سطح الأرض كمية كبيرة من الجزيئات المعقدة إضافة إلى الماء. لقد لعبت هذه المذنبّات، التي اعتُبرت خلال القرون الماضية كَبشير للموت والدمار، دوراً بنّاء في ظهور الحياة. فبعد أقل من مليار سنة من ولادة الأرض، امتلأ المحيط بالمتعضيات الحية وبينها أولى العوالق الزرقاء.

حَبَل الكون

ـ إنها نهاية الفصل الأول، الأطول والأبطأ، لقد وصلنا إلى الأرض بعد عدة مليارات سنة من تاريخ الكون. وستبدأ الأمور منذ الآن بالتسارع بشكل كبير على هذا الكوكب.

ـ ستتحقق التجمّعات الجزيئية هذه المرة بمئات وآلاف وملايين الذرات. فقد ارتقت المادة منذ الانفجار الكبير درجات هرم التعقيد. إن جزءاً بسيطاً جداً من العناصر التي بلغت درجة معيّنة سينجح بالوصول إلى الدرجة التالية. فجزء صغيرة فقط من بروتونات بداية التاريخ شكّل الذرّات الثقيلة. وعدد صغير جداً فقط من الجزيئات البسيطة انتظم في جزيئات معقدة، وقسم ضئيل فقط من هذه الجزيئات المعقدة سيشارك في بنى الحياة.

ـ يبدو في الوقت نفسه أنه كان ثمة اتّساق كبير في هذا الفصل الأول من التطور.

ـ بلى. فقد شيّد الكون البنى ذاتها في كل مكان في الفضاء. فنحن لـم نجد أبداً، في أكثر النجوم والمجرّات بعداً، ذرة واحدة لا توجد في المختبر.

ـ الأمر الذي يشير إلى أن التاريخ نفسه أمكن أن يحدث في أماكن أخرى، وأن الحياة موجودة على كواكب أخرى.

ـ نلاحظ أنه في جميع الأمكنة تتجمّع الكواركات في بروتونات ونيوترونات، وتتجمع هذه الأخيرة في ذرّات، وهذه الذرّات في جزيئات. وفي كل مكان تنهار سُحب المادة ما بين النجمية لتعطي النجوم. ونستطيع تخيل أنّ بعضها يملك

مجموعات كوكبية، بحيث يحوي بعض هذه الكواكب الماء السائل الملائم لظهور الحياة. ذلك كله معقول، لكنه لـم يُبرهن بعد.

يوم الأرض

ـ لقد تقلّص الزمان أيضاً: فكلما تقدمنا في قصتنا أكثر، مضى التطوّر بسرعة أكبر.

ـ بلى. فلو ضغطنا الـ 4.5 مليارات سنة من عمر كوكبنا في يوم واحد، مفترضين أن الأرض ظهرت في الساعة صفر، فإن الحياة تولد عندها نحو الساعة الخامسة صباحاً وتتفتح خلال اليوم كله. ونحو الساعة 20 فقط تأتي أولى الرِخوّيات. وتظهر الدينوصورات في الساعة 23 وتختفي في الساعة 23 و 40 دقيقة، تاركة المجال مفتوحاً لتطور الثدييّات السريع. أما أسلاف البشر فلم يظهروا إلاّ في الدقائق الخمس الأخيرة قبل انتهاء الأربع والعشرين ساعة، ولـم يتضاعف حجم دماغهم إلا في الدقيقة الأخيرة بالضبط. ولـم تبدأ الثورة الصناعية إلاّ منذ جزء من المائة من الثانية!

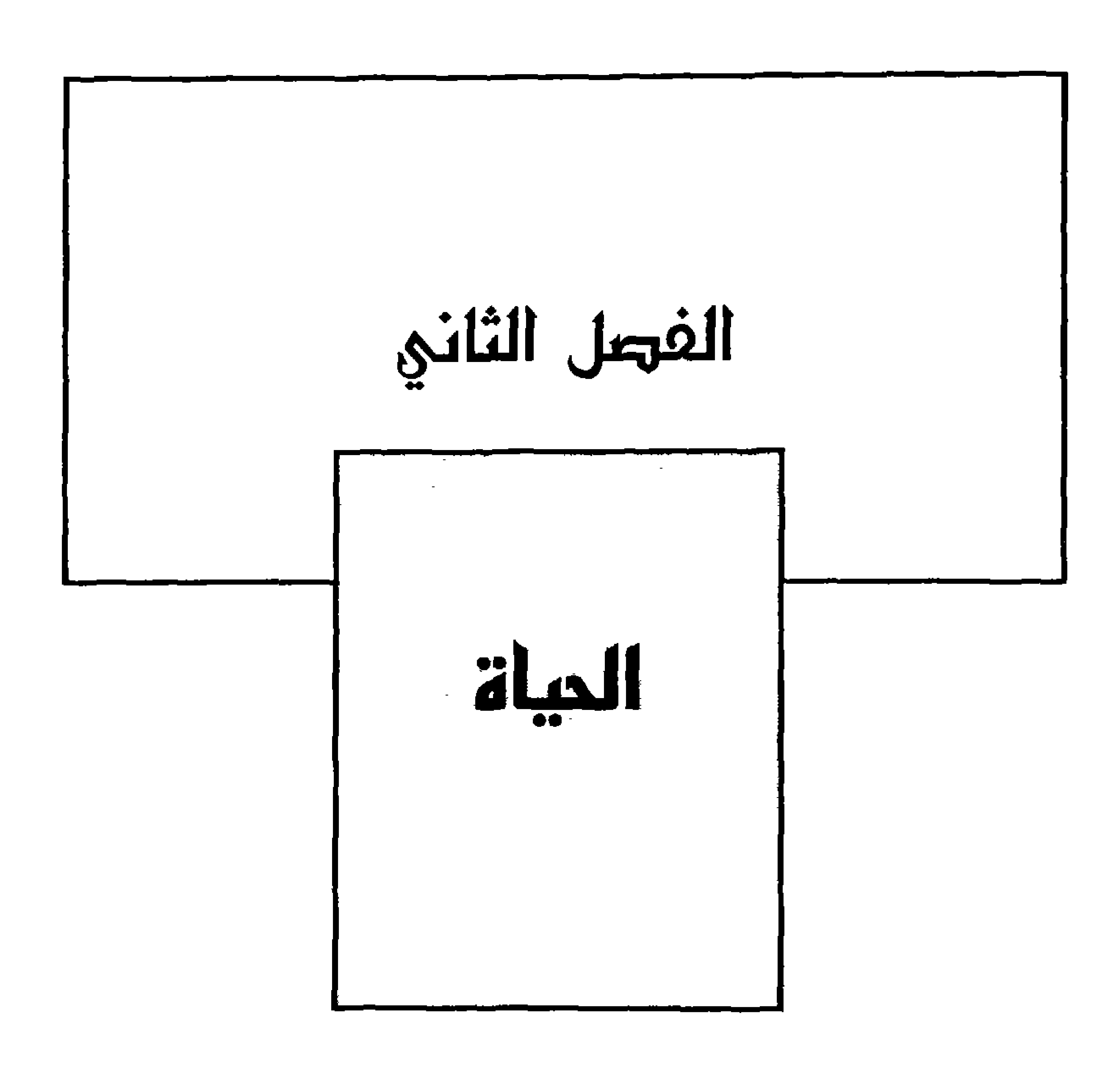
ـ ونحن محاطون بأناس يعتقدون أن ما يفعلونه منذ هذا الجزء من الثانية يمكن أن يدوم بلا نهاية. والحق أننا لا نستطيع منع أنفسنا من رؤية منطق في سياق أحداث هذا الفصل الأول، هو نوع من محرّض للتعقيد، يطلق الكون نحو تنظيمات متتالية، تتداخل في بعضها البعض مثل الدمى الروسية، من الهباء إلى الذكاء. هل نجرؤ على القول إن ثمة معنى...

ـ علينا أن نستنتج أن كوننا غيّر حالته البدئية ذات الشكل غير المحدّد إلى مجموعة من البنى الأكثر فأكثر تنظيماً. ويمكن تفسير هذا التحوّل بتأثير قوى الفيزياء على مادة متبرّدة. فبدون توسّع الكون، وبدون الفراغ ما بين النجمي الواسع، ما كان هناك فصل ثانٍ لهذه القصة. لكن ذلك لا يؤدي إلا إلى إرجاع التساؤل خطوة ويعيدنا إلى تأملاتنا حول القوانين. ويبدو لي أن السؤال «لماذا هناك قوانين بدلاً من عدم وجود قوانين» يندرج في المتتالية المنطقية لسؤال ليبنيز الشهير: «لماذا يوجد شيء ما بدلاً من عدم وجود شيء؟».

ـ هل كان ظهور الحياة مدوّناً في سياق هذا السيناريو؟

ـ كان يقال سابقاً إن احتمال ظهور الحياة كان ضعيفاً بمقدار احتمال رؤية

قرد يكتب على آلة كاتبة مؤلفات شكسبير. أما اليوم، فلدينا أسباب كثيرة للإعتقاد بأن ظهور الحياة على كوكب ملائم ليس بعيد الإحتمال أبداً. وأيّاً يكن الأمر، محتملاً أم غير محتمل، فإنه يمكننا التأكيد على أن احتمال ظهور الحياة (وليس ضرورة ظهورها)، والذي سيحكي لنا جويل دو روني Joël de Rosnay مغامرته، كان مدوّناً في الشكل ذاته للقوانين الفيزيائية منذ بدايات الكون.



الفصل الثاني

الحياة

المشهد 1

الحساء البدئي

ليس قريباً جداً ولا بعيداً جداً عن نجم ملائم، انعزلت الأرض خلف حجابها وتابعت عمل النجوم لتطوُّر المادة.

الحياة وليدة المادة

- إن فكرة الاستمرارية بين تطوّر الكون وتطوّر الحياة هي فكرة حديثة. فقد تم الفصل بصرامة وعلى مدى قرون بين المادة والحيّ، كما لو كان الأمر يتعلق بعالَمين مختلفين.

- **جويل دو روني:** إن الحياة قادرة على التكاثر واستخدام الطاقة والتطوّر والموت... أما المادة فهي جامدة وساكنة وغير قادرة على التناسل. وبالنظر، من جهة إلى العالم الحي، ومن الجهة الأخرى إلى العالم المعدني، لم يكن بالإمكان الامتناع عن اعتبارهما عالَمين متعاكسين. لكن لم يكن معروفاً في الماضي أن الجزيئات مكوّنة من ذرّات، ولا أن الخلايا مؤلفة من جزيئات. ولذلك كان تفسير ظهور الحياة على الأرض يتم من خلال إرادة الآلهة أو من خلال صدفة خارقة. وهذه في الواقع طريقة لإخفاء الجهل.

- ليس ثمة مصادفة إذاً في هذا الفصل الثاني؟

- كان بعض العلماء يتحدثون منذ فترة حديثة أيضاً عن «مصادفة خلاّقة»: وحسب هؤلاء، اتّحدت على الأرض البدئية بعض العناصر الكيميائية بشكل

غَرَضيّ لتعطي أولى العضويّات، مما يجعل من ذلك حدثاً أرضياً فقط. أما اليوم، فلم تعد هذه الفرضية مقبولة.

ـ وهل يمكننا التأكيد دون تحفّظ أن الحياة وُلدت من المادة؟

ـ منذ عدة سنوات، أثبتت اكتشافات وتجارب كثيرة هذه الفكرة العظيمة التي طُرحت في الخمسينات: إن الحياة نتجت من هذا التطور الطويل للمادة، والذي يستمر منذ الاتحادات الأولى بعد الانفجار العظيم على الأرض مع الجزيئات البدئية وأولى الخلايا والنباتات والحيوانات. فهذه المسيرة للحي، التي دامت مئات ملايين السنين، هي إذن بالفعل مرحلة من التاريخ نفسه، تاريخ التعقيد. فبعد ولادة الأرض انتظمت الجزيئات في جزيئات أكبر، وهذه الأخيرة في خلايا، والخلايا في عُضويات. لقد نتجت الحياة من تفاعل وترابط هذه المركّبات الجديدة.

الضرورة، من دون المصادفة

ـ هل يمكننا القول إذن، كما يشير إلى ذلك هيوبرت ريفز، إن ظهور الحياة كان محتملاً تماماً؟

ـ كان جاك مونو[20] Jacques Monod يتحدث عن «الضرورة»: ففي ظروف معطاة، تولِّد القوانين التي تنظم المادة بالضرورة منظومات أكثر فأكثر تعقيداً. ويمكننا أن نعتبر أن ظهور عضويّة حية غير محتمل فعلاً إذا قارنّاه بحصاة. لكنه ليس كذلك إذا ما اعتبرناه في الزمان، في سياق قصتنا.

ـ الأمر الذي يوحي أن المشهد الذي سنصفه أمكن له أن يجري في أمكنة أخرى في الكون.

ـ هذا صحيح. لنتخيل كوكباً يبعد عن نجم ما بُعداً مناسباً لإنتاج الحياة. ولنتخيل أنه كبير بدرجة كافية لكي يملك غلافاً جوياً كثيفاً مؤلّفاً من الهيدروجين والميتان والأمونياك وبخار الماء وغاز الكربون. ولنتخيل أن ابتراد هذا الكوكب يحرّض تحريراً للغازات الداخلية وتكثّفاً ينتج الماء السائل. ولنتخيل أيضاً أن التركيبات الكيميائية التي تتولد في جوّه تساهم في أن تتراكم في هذا الماء جزيئات تكون محمية من الأشعة فوق البنفسجية. إن هذه الشروط كلها ليست استثنائية ويمكن أن تجمع معاً في كثير من مناطق الكون. وبعد! فثمة في هذا الحال احتمال

قوي لظهور منظومات حية. وذلك هو السبب الذي يعتقد من أجله علماء كثيرون، مثل هيوبرت ريفز، أنه أمكن للحياة الظهور في أماكن أخرى، في مجرّتنا أو في مجرّة أخرى.

ـ الضرورة، من دون المصادفة.

ـ نعم. فلكل كوكب فيه ماء ويوجد على بُعدٍ أمثلٍ عن نجم حار إمكانية مُراكَمة جزيئات معقّدة وكريّات صغيرة تتبادل المواد الكيميائية مع وسطها. وهكذا، من ضرورة إلى ضرورة، يصل التطور الكيميائي إلى كائنات حيّة أوليّة.

وصفة للحصول على فأر

ـ الحياة التي تنبثق من المادة، ذلكم تقريباً ما كان يقال سابقاً عند الحديث عن نشوء تلقائي. فأسلافنا لـم يكونوا إذن مخطئين تماماً...

ـ هذا صحيح، لكنهم كانوا يعتقدون أن الحياة تولد، هكذا، تلقائياً، من المادة أثناء تحلّلها. فكانوا يظنون أن الديدان كانت تنبثق من الطين، والذباب من اللحم الفاسد. حتى أن طبيباً شهيراً أعطى في القرن السابع عشر وصفة لصنع فأر: تأخذون حبات قمح وقميصاً وسخاً ملوّثاً جداً بالعرق البشري، وتضعون ذلك كله في صندوق وتنتظرون واحداً وعشرين يوماً. هذا بسيط أليس كذلك؟ بعد ذلك، وبفضل أول المجاهر، تم اكتشاف وجود عضويّات صغيرة جداً، من الخمائر والبكتيريا (الجراثيم) التي تتكاثر في المواد المتحللة. وعندها تم التأكيد على أن الحياة تولد من المادة بشكل دائم على شكل مجهري.

ـ لـم يكن ذلك غبياً تماماً.

ـ الفكرة الأساسية كانت صحيحة، لكن المحاكمة المنطقية كانت خاطئة: فالحياة لا تولد تلقائياً، وقد احتاجت زمناً طويلاً لتظهر. ففي عام 1862، بيّن باستور[21] Pasteur أن الجراثيم موجودة في كل مكان في البيئة المحيطة، ليس فقط في الهواء بل وعلى أيدينا أيضاً وعلى الأشياء. فالعضويّات الدقيقة التي نلحظها في مُستَنبَتَات الجراثيم إنما تنتج إذن من التلوث. لقد أعدّ باستور مَرَق شمندر وخضار ولحم، ووضعه داخل حَوْجلة ذات عنق طويل جداً بشكل رقبة الإوزّ ليعزله عن الهواء الخارجي، وسخن هذا الحساء إلى درجة الغليان ليعقّمه. فلم تظهر أبداً أية حياة في معوَجّته.

ـ وهذا هو المطلوب: لا يمكن للحياة أن تنبثق تلقائياً.

ـ نعم. ولكنه بذلك أبعد مسألة الأصل إلى مناطق قصيّة على التفكير حيث بقيت لفترة طويلة. ذلك أنه بسببه تم الإستنتاج بأن الحياة لا يمكن أن تولد من المادة الساكنة، وأنها لا تستطيع القدوم إلاّ... من الحياة، فكيف يُفسَّر عندها ظهورها الأول المطلق؟ لـم يكن قد بقي سوى ثلاثة حلول: تدخُّل إلهي، إلا أن ذلك يصبح خارج العلم؛ والمصادفة، التي تنتسب إلى معجزة، وهي فرضية يصعب القبول بها؛ أو أصل من خارج الأرض، كأن تكون النيازك قد جلبت بذور الحياة، الأمر الذي لا يحل شيئاً في المسألة.

حدس داروين

ـ لقد انقاد العلماء مع ذلك لإقامة جسر بين المادة والحياة.

ـ نعم. كان يجب تجاوز الحاجز الذي أدخله باستور وفهم أن الساكن قد ولّد الحي ليس «تلقائياً» بل تدريجياً وخلال مليارات السنين. وكان داروين Darwin هو الذي وضع هذا المفهوم الجوهري: الوقت.

ـ لكنه كان يتحدث عن تطوّر الأنواع الحيوانية.

ـ ليس ذلك فقط. لقد اكتشف داروين بالتأكيد مبدأ تطوّر الأنواع الحية: فمن الخلية الأولى حتى الإنسان، تتناسل الحيوانات من بعضها، وهي تتغير مع مرور الوقت عبر تغيرات متلاحقة وبواسطة الانتقاء الطبيعي. لكنه، ونحن ننسى ذلك غالباً، كان يشير أيضاً إلى أنه حتى قبل ظهور الحياة وولادة الخلايا الأولى كان يجب أن تكون الأرض البدئية قد شهدت تطوراً للجزيئات.

ـ يا له من حدس!

ـ بلى. لقد فهم أيضاً لماذا كان صعباً إثبات هذا التأكيد ورؤيته في الطبيعة: فلو كان يوجد اليوم في مستنقع صغير جزيئات قابلة للتطور، كما كان يشرح، فإنها ستُخفِق لأن الأنواع الحية الحالية ستدمرها. وهذا رأي سابق جدا لعصره: فقد

اجتاحت الحياة في الواقع منذ ظهورها كل شيء، فأكلت جذورها ومنعت أنماطاً أخرى من التطور من الاستمرار بشكل متزامن معها.

الدجاجة والبيضة

ـ كيف يمكن إذن إثبات أنّ الحياة هي حقاً «سليلة» المادة؟

ـ بأن نعيد تتبع هذا التطور في المختبر. فنحن نعرف الآن المراحل كلها تقريباً التي قادت جزيئات الأرض البدئية إلى الكائنات الحية الأولى، ويمكننا أن نعيد إنتاجها جزئياً في أنابيب الاختبار. وفي نهاية القرن التاسع عشر، كان باحث قد أحدث مذاك صدمة بنجاحه في تصنيع البولة (اليوريا)، وهي مركّب للحياة يتألف من تجمع الكربون والهيدروجين والآزوت. لكن ذلك لـم يكفِ للقضاء على الاعتقاد السابق القديم والذي لا يمكن للحياة وفقه أن تولد إلا من الحياة.

ـ إنها قصة الدجاجة والبيضة.

ـ بالضبط. وقد كسر هذه الحلقة المفرغة باحثان، البيوكيمائي السوفييتي ألكسندر أوبارين A.Oparine والإنكليزي جون هالدين J.Haldane. فقد قالا إن ظروف الأرض البدئية كانت مختلفة جداً عن ظروف اليوم؛ فالجو لـم يكن يحوي الآزوت ولا الأكسجين، بل مزيجاً غير مضياف للحياة من الهيدروجين والميتان والأمونياك وبخار الماء، وملائم لظهور الجزيئات المعقدة. وفي الخمسينات استعاد الفرنسي تيلار دو شاردان[22] Teilhard de Chardin' السابق لعصره هو أيضاً، فكرة تطور المادة التي وضعها داروين، وتحدث عن «ما قبل الحياة»، وهي مرحلة انتقالية بين الجامد والحي كان يمكن أن تنتج خلال حقب الأرض البدئية.

ـ يبقى أن نثبتها هي أيضاً.

ـ وهذا الأمر قد تم عام 1952 على يد ستانلي ميلر Stanley Miller، وكان كيميائياً شاباً لا يتجاوز عمره 25 سنة. لماذا لا نعيد تشكيل ظروف ما قبل الحياة هذه في المختبر؟ هذا ما قاله ميلر لنفسه. فحاول عندها القيام بتجربة بالخفاء، لكي لا يتعرّض لسخرية زملائه. وهكذا وضع غازات الأرض البدئية في حوجلة، من غاز الميتان والأمونياك والهيدروجين وبخار الماء، مع قليل من غاز الكربون،

وماثل المحيط بملء الحوجلة بالماء، وسخّن المجموع ليعطي الطاقة، وحرّض الشرارات في الحوجلة عوضاً عن البرق وذلك لمدة أسبوع. وعندها ظهرت مادة حمراء برتقالية في قعر حوجلته، وكانت تشتمل على حموض أمينية، هذه الجزيئات التي تكوّن مركّبات الحياة! ولـم يكن أحد ليتجرأ على التخيل بأن هذه الحموض يمكن أن تُصنَّع إبتداء من عناصر بهذه البساطة. وأدى ذلك إلى ذهول العالـم العلمي. كان ذلك أول جسر يبنى بين المادة والحي.

كوكب زهور الربيع

ـ لقد تطلب الأمر إذن وقتاً للقبول بهذه الاستمرارية من الكون إلى الحياة. وبعد ذلك كان يجب أيضاً إعادة تتبّع مراحلها الكبرى.

ـ لقد حاولت ذلك ثلاثة علوم: الكيمياء، وذلك بمحاكاة التحوّلات الأساسية في المختبر؛ والفيزياء الفلكية ببحثها عن آثار الكيمياء العضوية في الكون؛ والجيولوجيا بالبحث عن أحافير الحياة على الأرض. وسمح ذلك كله بفرض فكرة أن المركّبات الأولى للحي تنتج من اتحاد جزيئات بسيطة معينة كانت موجودة على الأرض عند تشكلها منذ 4.5 مليارات سنة.

ـ لقد استفاد هذا الخليط الكيميائي للأرض البدئية، مع مائها السائل وغلافها الجوي الخاص، من القرب من الشمس. ونقول إننا كنا «على البعد المناسب» من النجم، وهذا لا يفيدنا بالكثير...

ـ كنا على درجة كافية من القرب، في الواقع، لتلقّي إشعاعاته تحت الحمراء وفوق البنفسجية القابلة لإطلاق التفاعلات الكيميائية، وعلى درجة كافية من البعد كي لا تحترق النواتج المصنّعة. إن هذه «المسافة المناسبة» هي فعلياً طريقة للتحدث عن التوازن الذي نشأ على الأرض في تلك الحقبة. لنتخيل، كما يقترح الإنكليزي جيمس لوفلوك J.Lovelock، كوكباً صغيراً تقطنه زهور الربيع [23] البيضاء وزهور الربيع السوداء. فالزهور البيضاء تعكس ضوء الشمس وتميل إلى تبريد حرارة بيئتها؛ أما الزهور السوداء فهي على العكس تمتص الضوء الشمسي وتسخن وسطها.

ـ فهي في وضع المنافسة إذن؟

- بالضبط، ففي البداية يكون الكوكب حاراً جداً، فلا تقاوم زهور الربيع وتموت بأعداد كبيرة. وتقوم بعض الزهرات البيض المتجمّعة في منظومة محلية صغيرة بتبريد محيطها من خلال مجرد وجودها فيه، وهكذا فإنها تبقى وتستمر. وكلما انخفضت درجة الحرارة في هذه المنطقة فإنها تتكاثر أكثر وتنتشر على رقعة أوسع من الأرض. وبعد مرور وقت معين تحتل تقريباً مساحة الكوكب كلها والذي يصبح بمعظمه أبيض. لكن الحرارة تنخفض فجأة فتبدأ بالموت بكمية كبيرة. ويحين الآن دور الزهرات السود الباقية والتي لها أفضلية: فمع تدفئتها لبيئتها تصبح هي الأكثر. ثم تعود المنظومة في الاتجاه الآخر، حتى ترجع درجة الحرارة عالية جداً من جديد...

- يمكن لهذا أن يستمر طويلاً.

- لا، لأنه مع مرور الوقت ينشأ توازن عبر لعبة الولادة والموت في مزيج من الزهور البيضاء والسوداء يفرض درجة حرارة أمثلية لاستمرار المجموعة. إن جملة مساحات الزهور من الطرفين تعمل كمثبّت للحرارة. فإذا حدث ارتفاع فجائي في درجة الحرارة لأسباب مختلفة، فإن المنظومة ستتوازن بعد مرور وقت معين.

فجر الحياة

- ما علاقة ذلك مع الأرض البدئية؟

- إن قصة زهورنا الربيعية هي قصة الحياة على الأرض. فإذا كانت المسافة بين الشمس والأرض تبدو لنا اليوم أنها «الأنسب» لنموّ الحياة، فإن ذلك لم يكن بسبب مصادفة سعيدة؛ بل في الواقع لأن أولى مركّبات الحياة كيّفت حقاً الحرارة مع المستوى الأكثر ملاءمة لبقائها وتكاثرها.

- إنه نوع من التنظيم الذاتي. فكيف انتظمت هذه المركّبات؟

- نحن الآن في فجر الأرض، منذ نحو أربعة مليارات سنة. إن كوكبنا يملك نواة من السليكات، وقشرة من الكربون، وغلافاً جوياً من مزيجنا الغازي: الميتان والأمونياك والهيدروجين وبخار الماء وغاز الكربون. فتحت تأثير الأشعة فوق

البنفسجية الشمسية والبرق الشديد تتكسّر هذه الجزيئات الغازية السابحة حول الكوكب، وتتحلل وتسقط في عناصر أكثر تعقيداً: إنها أولى الجزيئات التي نسميها «عضوية» لأنها تدخل اليوم في تركيب الكائنات الحية. ومثال ذلك ذرات الكربون والآزوت والهيدروجين والأكسجين، التي كانت ترتبط لتشكّل حتى الآن الميتان والأمونياك والماء، فإنها تتجمع لتشكل الحموض الأمينية.

ـ لقد سبق هيوبرت ريفْز ولاحظ هذا الدور الطيب للكربون في التطور.

ـ إن الكربون يملك في الواقع هندسة تعطيه الكفاءة والقدرة على الانتظام بطرق عديدة مع ذرات أخرى لتشكيل بنى مستقرة، أو جزيئات تفاعلية جداً، أو سلاسل عضوية طويلة. وهو يستطيع أيضاً إيصال الالكترونات من طرف هذه السلاسل إلى طرفها الآخر، الأمر الذي يمثل مقدماً بطريقة ما الشبكات العصبية وشبكات الاتصالات الالكترونية التي اخترعها البشر. فجزيئات الحيّ هي بالتالي تجمّعات لذرات الكربون وذرات الأكسجين والهيدروجين والآزوت والفوسفور والكبريت. ولا شيء أكثر. وما أن وُلدت هذه الجزيئات في الجوّ حتى سقطت في هطول في المحيط حيث وجدت نفسها محمية.

ـ وكم من الزمن دام ذلك؟

ـ لقد أمطرت الجزيئات العضوية خلال أكثر من 500 مليون سنة، مع الزخّات الناجمة عن تكاثف بخار الماء في طبقات الجو الباردة. كذلك، ومنذ هذا الحقب، تحددت صفتان أساسيتان للعالم الحي: تركيبه الكيميائي (كافة العضويّات مؤلفة من الكربون والهيدروجين والأكسجين والآزوت) ومصدر طاقته (الشمس).

الأمطار العضوية

ـ لقد حصلت مثل هذه الأمطار دون شك على كواكب أخرى؟

ـ قصّ علينا هيوبرت ريفْز ذلك؛ فقد اكتشف علماء الفيزياء الفلكية وجود جزيئات عضوية في كل مكان تقريباً في الكون. فمنذ خمس عشرة سنة تعرفوا على سبعين منها، مما يبين أن هذه الظاهرة لم تكن استثنائية في الكون. فمنذ 4.5

مليارات سنة، كان ثمة احتمال قوي لتتشكل الحياة في الكون.

ـ إذن، فقد سقطت أولى عناصر الحياة، بطريقة ما، من السماء.

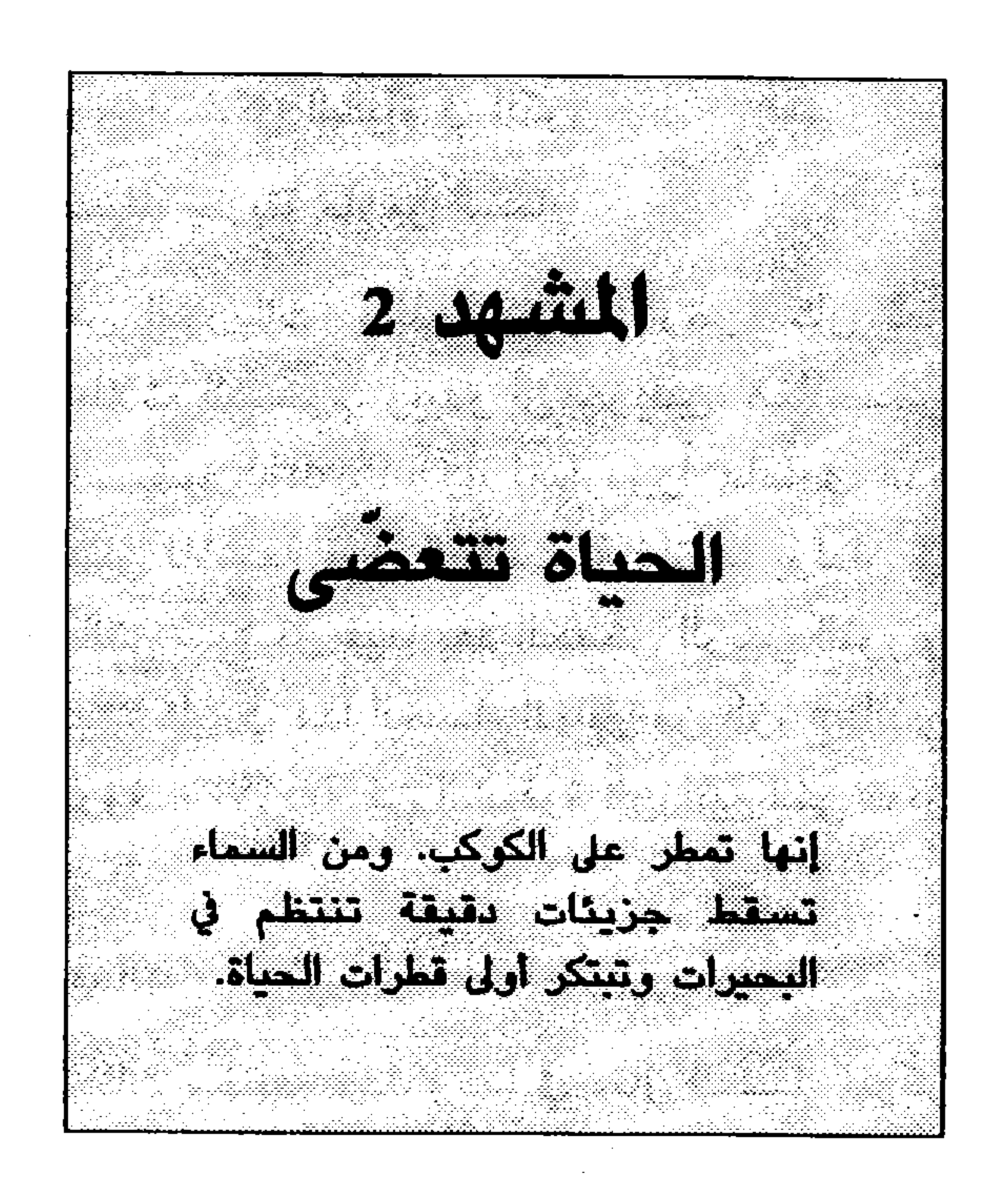
ـ نعم. ففي المطر المتواصل من الجزيئات، والذي روى الأرض، كان ثمة حموض أمينية وحموض دسمة وطلائع الشحوم. ويبدو أن جزيئين، هما حمض النمليك formaldehyde وحمض السيانيد cyanhydric، لعبا دوراً هاماً في هذه المرحلة: فعند تعرُّض هذين الحمضين للأشعة فوق البنفسجية فإنهما يولّدان في الواقع إثنين من «القواعد» الأربعة التي ستشكل فيما بعد الحمض الريبي النووي DNA حامل الوراثة. منذ ذلك الحين، كان في هذا الحساء الهائل من الزرع، الذي هو الكوكب البدئي، اثنان من «الحروف» الأربعة من الشيفرة الوراثية التي تميز الكائنات الحية كلها.

ـ لكن ذلك كله كان مختلطاً، كما في الهباء البدئي للانفجار العظيم.

ـ إنه حقاً حساء يتألف من جزيئات مختلفة جداً. وكما في مثال الحساء المركّز من الحروف لهيوبرت ريفْز، فإن هذه الحروف الجديدة ستتجمع الآن لتشكل كلمات، هي سلاسل الحموض الأمينية، التي ستتحد بالمئات لتشكل جملاً هي البروتينات. إن الجزيئات هذه المرة هي التي تتابع عمل التعقيد.

ـ ما الذي كان يمكن أن يؤدي إلى إخفاق هذه التأليفات الأولى؟

ـ الحياة نفسها، لو كانت قد وجدت قبل ذلك. أو الحرارة والأشعة فوق البنفسجية لو كانتا شديدتين جداً. فالغلاف الجوي للأرض لـم يولّد فقط هذه الجزيئات المعقّدة، بل حماها أيضاً بتشكيل غطاء لها. وكانت هذه الجزيئات ستضيع لو بقيت في الهواء الطلق. وفيما بعد، استفادت الخلايا الأولى على العكس من الشمس، لتنتج الأكسجين، والأكسجين أعطى الأوزون في طبقة الجو العليا، والذي حماها بدوره من الأشعة فوق البنفسجية. وهكذا أمّنت الحياة استمرارها وبقاءها.



مولودات من الطين

ـ تشبه قصتنا حتى الآن لعبة الليغو Lego (الحجارة التركيبية): فالتجمّعات تصبح أكثر فأكثر تعقيداً وتشكل الآن سلاسل من الجزيئات العملاقة. لكن ذلك يبقى مادة دائماً. بأية ضربة عصا سحرية ستبعث الحياة؟

ـ لا يمكن إجتياز مرحلة جديدة إلا عندما تصبح هذه الجزيئات قادرة على متابعة تجمّعها. وقد لعبت الحرارة في الكون هذا الدور الباعث. أما على الأرض فإن بيئة خاصة هي التي ستقوم بذلك.

ـ بيئة المحيطات؟

ـ لا. فالحياة لم تظهر في المحيطات كما اعتُقد لفترة طويلة، بل على الأرجح جداً في البحيرات الشاطئية والمستنقعات، وهي أماكن جافة وحارة نهاراً، وباردة ورطبة ليلاً، تجف ثم تعود فتتميَّه أو تترطّب. ففي هذه الأماكن يوجد الكوارتز

والطين اللذين ستقع سلاسل الجزيئات الطويلة في فخهما فيتّحد بعضها ببعضها الآخر. وقد أثبتت ذلك تجارب حديثة سمحت بمحاكاة أدوار جفاف البرك: فبوجود الطين، اتحدت «القواعد» الشهيرة تلقائياً في سلاسل صغيرة من الحموض النووية، وهي أشكال مبسّطة من الـ DNA (الحموض الريبية النووية)، الحامل المستقبلي للمعلومة الوراثية.

ـ الحياة وليدة الطين! إننا لنجد كما بالنسبة لأصل الكون تماثلاً مدهشاً بين إثباتات العلم والمعتقدات السلفية: فأصل الحياة مرتبط في كثير من الأساطير بالماء والطين...

ـ إنها لحكاية جميلة جداً. فالإنسان كان ليُشكَّل على يد الآلهة الذين كانوا ليصنعوا تماثيل صغيرة من الطين والماء... فهل هي مجرد تطابق أو استنتاج بدهي ببساطة؟ ربما كان للفكر الإنساني، مثل فكر الأطفال، حدوس بسيطة يمكن للعلم أن يثبتها فيما بعد...

إختراع الداخل

ـ كيف يؤثِّر الطين على هذه الجزيئات؟

ـ يعمل الطين مثل مغنطيس صغير. فأيوناته، أي ذرّاته التي فقدت إلكترونات أو التي تملك فائضاً منها، تجذب المادة حولها وتحرّضها على التفاعل. فالعناصر الضرورية الشهيرة اليوم للحياة هي أصلاً نتيجة تطور هذه الأيونات في المحيط البدئي. وبفضلها يمكن لاتحادات المادة أن تستمر.

ـ لتعطي أيضاً سبحات طويلة من الذرّات؟

ـ ليس ذلك فقط. فهذه المرة نتجت ظاهرة جديدة. فبعض الذرّات محبّ للماء ولهذا فهو يجذبه، في حين أن بعضها الآخر كاره للماء وهو يبتعد عنه. وهكذا، فإن البروتينات التي توجد في البحيرات الشاطئية تتألف من حموض أمينية بعضها يحب الماء وبعضها الآخر لا يحبه. فما الذي تفعله؟ إنها تلتف وتتجمع على بعضها مما يجعلها على تماس مع الماء الخارجي أو بمعزل عن الماء داخلياً.

ـ أي أنّها تتشكل في كرة؟

ـ إنها بطريقة ما تنغلق على نفسها. وهناك أيضاً سلاسل أخرى من الجزيئات

تشكّل أغشية وتتحول إلى كريات تظهر في هذا الوقت في المحيطات مثل قطرات الزيت في مرقة السلطة والخل. إن ظهور مختلف هذه الكريات قبل الحية هو ظاهرة جوهرية.

ـ لماذا؟

ـ إنها المرة الأولى في تاريخنا التي يظهر فيها شيء ما منغلق على نفسه، له داخل وخارج كما كان ليقول تيلار دو شاردان. وسيترأس هذا الداخل متابعة التطور في كرياتنا الصغيرة حتى ولادة الحياة، ثم فيما بعد حتى ولادة الوعي.

ـ ولادة الوعي من خلال سحر مرقة الزيت والخل!

ـ على أية حال تولد الحياة من المستحلبات[24]، ولم لا؟ إن أهمية هذه القطرات الصغيرة هي أنها تشكّل أوساطاً مغلقة ومعزولة عن الحساء البدئي. وهي تأسر في داخلها مواد كيميائية تؤلف خلائط خاصة بها وحدها. وهكذا فإنها تصبح بوتقات جديدة للحي.

ـ لنقل إنها تستلم مبادرة التطور، كما فعلت ذلك النجوم في لحظة ما في الفصل الأول، لتعطي دفعاً جديداً للتعقيد.

ـ بالضبط. فبدون هذه الأغشية لم يكن من الممكن ظهور تجمّعات جيدة، فالأمر يشبه إلى حد ما كائنا بشرياً ليس له جلد. فبناء الأوساط المغلقة كان لازماً لاستمرار التطور.

ـ وكيف نعرف ذلك؟

ـ إننا نعيد إنتاج هذه المرحلة بسهولة في المختبر. نأخذ زيتاً وسكراً وماء، ونحرّك فنحصل على مستحلَبات مكوّنة من قطرات صغيرة والتي تشبه الخلايا إذا نظرنا إليها بالمجهر. إنها ظاهرة تلقائية جداً. لقد كانت الجزيئات في الحساء البدئي كبيرة بدرجة كافية لكي تتجمّع وتنغلق وتشكل هذه القطرات.

ـ هل حصل ذلك في أنحاء الكوكب كلها؟

ـ لقد حصل في البحيرات الشاطئية كلها. إن القطرات لها الحجم نفسه، والذي يوافق توازناً بين حجمها ووزنها ومقاومة غشائها (فلو كانت كبيرة الحجم جداً لتجزّأت). وهذا هو السبب في أن الخلايا الحية التي نتجت عنها لها كلها تقريباً الحجم نفسه ويتراوح بين 10 ميكرونات و 30 ميكروناً.

قطرات حياة

ـ لكن هذه القطرات ليست «حيّة».

ـ ليس بعد. ولنقل إنها «قبل حية». ففي ذلك الحين تكاثرت هذه القطرات بكميات هائلة. وكان لها ميزة أن تكون شبه نفوذة: فهي تسمح لبعض الجزيئات الصغيرة بالمرور عبرها، لتتحول في داخلها إلى جزيئات كبيرة فتصبح حبيسة فيها. وعندها تتدخل خيمياء جديدة، فتبدأ التفاعلات الكيميائية...

ـ هل تُعِدّ كل من هذه القطرات حساءها البسيط؟ فتلك بداية التفرّد بشكل ما.

ـ نعم، الأمر الذي سيؤدي إلى تنوّع كبير في هذه المنظومات «قبل الحية». ففي بعض الأحيان يفجّر الخليط الكيميائي الداخلي الغشاء فتتبدّد الجزيئات، وفي أحيان أخرى يساهم هذا الخليط على العكس في تدعيم غشائه ويؤمّن بذلك استمرار المنظومة... وهكذا يبدأ نوع من انتخاب القطرات سيستمر لملايين السنين. لقد كان هناك صراع من أجل الحياة قبل الحياة.

ـ انتقاء طبيعي منذ ذلك الحين!

ـ الانتقاء الذي كان داروين قد تنبّأ به. فقد بقيت فقط القطرات التي تملك وسطاً كيميائياً داخلياً متكيفاً مع البيئة. وكان للقطرات التي لها إمكانية إنتاج الطاقة مثلاً أفضلية على القطرات الأخرى.

ـ لماذا؟

ـ لأن هذه الطاقة تسمح لها بالنمو. فبعضها يستخدم لنموه مواد من الخارج تمر عبر غشائه: إنها بواكير تفاعلات التخمّر. أما بعضها الآخر، الذي حفظ الخضاب (المواد الملوِّنة)، أي الجزيئات القادرة على أسر الضوء، فيحوِّل فوتونات الشمس إلى إلكترونات، مثل مصابيح التيار الكهربائي، فهذه الأخيرة لا تخضع لامتصاص المواد الخارجية.

ـ هل هذا أفضل؟

ـ بالتأكيد! ذلك أن الحساء البدئي، المليء بهذه القطرات الشرهة كلها، يبدأ بالافتقار مع مرور الزمن. فيكون للبنى الصغيرة المستقلة ذاتياً الأفضلية بالنسبة للبنى التي تحتاج إلى امتصاص المواد الأكثر فأكثر ندرة.

ـ الندرة منذ ذلك الوقت!

ـ نعم. لكن ذلك كله ما كان ليؤدي إلى شيء لو لـم تتدخل ظاهرة أخرى في هذه اللحظة: فبعض القطرات استطاعت إعادة إنتاج مزيجها الداخلي البسيط، ومضاعفة حصتها الكيميائية، الأمر الذي سيعطيها أفضلية تطورية هائلة.

تأمين البقاء

ـ كيف ظهر التكاثر؟

ـ تحتوي هذه القطرات على سلسلة من الجزيئات الخاصة، هي الحمض المسمى RNA (الرنا) والمؤلف من جزيئات أربعة (القواعد الأربعة للجينات المستقبلية). وقد تم البرهان حديثاً على أن هذا الحمض يملك قدرة عجيبة: فهو يستطيع التكاثر ذاتياً. لنتخيّل أن قطرة تنقسم إلى إثنتين، وأن القطرة الجديدة الناتجة عن الأولى تملك رنا RNA مماثلاً للأول. ولنتخيل أيضاً أن هذا «الرنا» يلعب دوراً حفّازاً في بنية القطرة. فسيتم عندها نقلٌ لنوع من مخطط بدئي يمكن أن يفيد في إعادة بناء غشاء ومنظومة مطابقة. تلكم، في الحالة البدائية، منظومة تكاثر ذاتي. ونحن نقدّر أن القطرات المالكة لمثل هذا «الرنا» شهدت تأمين بقاء «نوعها».

ـ هل يمكننا القول إن الأمر يتعلق هذه المرة بأولى «قطرات الحياة»؟

ـ نقبل عموماً أن العضويّة الحية هي منظومة قادرة على تأمين إنحفاظها الخاص، وتدبير نفسها بنفسها والتكاثر. إنها ثلاثة مبادىء تميّز الخلية، البنية الأولية لكل كائن حيّ، من البكتيريا إلى الإنسان، ويمكننا فعلاً نسبها إلى هذه الكريّات البدائية. إن نقص إحدى هذه الخصائص يُفقد صفة «الحيّ». فالبلورة مثلاً لا تحيا: إنها تتكاثر لكنها لا تصنِّع الطاقة.

ـ هل الڤيروس يحيا؟

ـ إن حالته أكثر التباساً. لنأخذ ڤيروساً مثل ڤيروس سرنج [25] التبغ (الذي يصيب النبات بمرض معين). إنه يُجفّف للحصول على بلورات يمكنكم حفظها في وعاء زجاجي، مثل السكر المتداول أو الملح، وذلك لعدة سنوات. فالڤيروس لا يتكاثر ولا يتحرك ولا يهضم أية مادة، إنه لا «يحيا». فهو بلورة. ثم في يوم ما،

ترجعون إلى مسحوقكم وتضيفون الماء له... فإذا وضعتم قليلاً من المحلول على ورقة تبغ فإن النبتة تُظهر بسرعة علامات العدوى: فقد استعاد الڤيروس قدراته، وبدأ يتكاثر بسرعة مرعبة.

ـ وإذن، هل هو حي أم لا؟

ـ لنقل إنه على الحدود بينهما. إنه نوع من الطفيلي الذي يحتاج إلى الحياة ليتكاثر. فهو يستخدم الخلية كآلة للنسخ. حتى أننا اعتقدنا لفترةٍ ما أن الڤيروسات كانت أبسط أشكال الحياة، بل وحتى أنها كانت أصل الحياة. لكن هذا قليل الاحتمال لأنها تحتاج إلى بنى حية لكي تتكاثر. ونعتقد اليوم على العكس أن الڤيروسات هي بنى فائقة الكمال، سليلة الخلايا التي كانت قد تطوّرت بالتخلص من مواد التكاثر المزعجة لكي تتقلص إلى شكلها الأبسط وتصل إلى فعالية أكبر! هكذا فقد تبسّطت الڤيروسات لتصل إلى حدّها الحيوي الأدنى.

العدوى بالحياة

ـ لنعد إلى قطراتنا الخاصة بعض الشيء، تلك التي تستطيع التكاثر. إننا نحزر أنها ستبدأ هكذا بالتوالد...

ـ إن لعبة الكيمياء تستمر في داخلها. ونظام التكاثر يصبح أكثر كمالاً. وتنتظم خيوط «الرنا» RNA، بتزاوجها مثنى مثنى مع تعديل طفيف يصيبها، مشكلة حلزوناً مزدوجاً، هو «الدنا» DNA، البنية التي فرضت نفسها في النهاية لأنها تبدي استقراراً أكبر بكثير. وعندها بدأ حوار كيميائي بين نمطين من سلاسل الجزيئات: البروتينات و«الدنا» DNA. ومن المرجّح جداً أن التفاعل كان مباشراً بينهما، فاستقر بعضها في ثقوب بعضها الآخر من خلال لعبة تأليفات كيميائية بسيطة ومنتظمة.

ـ وبذلك وصلت الطبيعة إلى طور الجينات، حاملات الوراثة؟

ـ إن جينات الكائنات الحية كلها على الأرض تشبه مقاطع من سبحات مجدولة بشكل لولب مزدوج، ومؤلفة من أربعة جزيئات، هي القواعد الأربعة، مثل كلمات طويلة جداً مكتوبة بأبجدية من أربعة حروف. وهي تندمج مثنى مثنى في تطابق كامل.

ـ فقطرات «الدنا» ستعمّر الأرض إذن؟

ـ وبطريقة فائقة السرعة! لقد ظهرت أولى القطرات على الأرض منذ نحو 4 مليارات سنة. وخلال 500 مليون السنة التالية استمر الانتقاء الكيميائي. ويبدو أن الحياة ظلت لفترة طويلة جداً، خلال مئات ملايين السنين، في حالة سُبات، محدودة في عدة مواقع محصورة في بحيرات شاطئية ومستنقعات. ثم، وفي مرحلة أحدث بكثير، اجتاحت الحياة فجأة كل شيء.

ـ ما الفترة الزمنية التي حدث فيها ذلك؟

ـ ربما خلال بضعة عشرات أو مئات من السنين، من يدري؟ إنه إنفجار حقيقي إذا قارنّاه بالملياري سنة السابقين. لقد انقسمت كل خلية إلى 2، ثم إلى 4، ثم إلى 8، و 16، و 32، إلخ. وبلغ الانقسام بسرعة كبيرة كميات هائلة. ولم يكن ثمة شيء على الأرض في تلك الفترة يستطيع تدميرها أو يمنع تكاثرها. أما اليوم، فإن أية محاولة لظهور حياة جديدة ستدمّر فوراً من قبل الكائنات الحية الحالية. وما أن وُلدت الحياة حتى قطعت الجسور وراءها. وبطريقة ما فقد لوّثت الأرض وعَدَتها.

ـ هل يمكن القول إن ثمة «منطق» للطبيعة يقودها إلى إيجاد «الدنا» وتعميمه؟

ـ لا. فالطبيعة لا «تجد»، إذ ليس لها قصد. إنما هي تعمل بواسطة الحذف والإستبعاد. إن «الدنا» يسمح بتنوّع كبير من البنى الحية. وتلك التي استطاعت بفضله أن تتوالد تكاثرت بشكل منطقي. ذلكم هو السبب الذي فرض «الدنا» DNA به نفسه.

ـ فالحياة التي يمكن أن توجد على كواكب أخرى ستكون مؤسسة إذن هي أيضاً على «الدنا»؟

ـ على الأرجح. فالدنا يندرج في تطور كيميائي منطقي للكون.

الأحمر والأخضر

ـ كيف تطورت أولى قطراتنا؟

ـ في بعض منها تم انتقاء آليات تخمّر. وقد حرَّرت في بداية الحياة كميات كبيرة

من الميتان وغاز الكربون اللذين انحلا في المحيطات. ولا تزال مثل هذه المنظومات موجودة اليوم: ففي جوف المجترّات، وفي قولوناتنا، تقوم البكتيريا بالتخمير بغياب الأكسجين وتُنتج الميتان والغاز والمواد التي تحتاج إليها للحياة. لكن هذه الآلية ليست فعّالة كثيراً.

ـ وماذا يوجد أفضل منها؟

ـ كان ثمة اختراعان رائعان سيريان النور، التركيب الضوئي والتنفّس. يرتكز الأول على اليخضور، والثاني على الهيموغلوبين، وهما جزيئين شبه متطابقين تحدّرا على الأرجح من الجزيء «السلف» نفسه. وقد حدث عندها إنفسام بين هذين الصنفين: فمن جهة القطرات التي تصنّع الطاقة مباشرة، وذلك باستخدام الضوء الشمسي الراشح في المحيطات وغاز الكربون الذي تحرّره الخمائر (هذا هو التركيب الضوئي)؛ ومن جهة أخرى القطرات التي تمتص المواد الغنية بالطاقة والأكسجين الذي يطرحه غيرها (هذا هو التنفس) ويكون عليها الانتقال من أجل إيجاد غذائها. ذلكم هو الإفتراق بين البكتيريا المستقبلية والعوالق المستقبلية، بين العالـم الحيواني والعالـم النباتي.

ـ منذ ذلك الحين؟ هل حصل ذلك في مرحلة مبكرة وبدائية إلى هذا الحدّ؟

ـ نعتقد ذلك. لقد تشعّبت شجرة الحياة منذ فترة مبكرة جداً، منذ ظهور أولى الخلايا. إن أقدم أحافير المتعضيات المجهرية التي اكتُشفت حديثاً في أستراليا هي بقايا بكتيريا ذات تركيب ضوئي عمرها 3.5 مليارات سنة.

الإفتراق الأصلي

ـ لقد انفصل العالَمان، لكنهما ظلا مرتبطين أحدهما بالآخر.

ـ نعم. فهما سيعملان متكافلين. فالخلايا ذات التركيب الضوئي تصنع الأكسجين والسكريات باستخدام غاز الكربون والماء. وتمتص خلايا أخرى هذا الإنتاج لكي تحفّز إحتراق السكريات بفضل الأكسجين، مطلقة غاز الكربون وأملاحاً معدنية.

ـ إنها أولى وجبات الطبيعة.

ـ أجل. فثمة خلايا «تأكل» خلايا أخرى. لقد تغيّرت بيئتها. فظهور التركيب الضوئي أطلق الأكسجين بكمية كبيرة، الأمر الذي ولّد في أعالي الغلاف الجوي طبقة الأوزون الشهيرة. وشكلت هذه الأخيرة حاجزاً أمام الأشعة فوق البنفسجية وخلقت درعاً، كالجلد، يحمي هذا التكاثر الجرثومي.

ـ هل تسمّى القطرات الآن خلايا؟

ـ أجل. وستتابع هذه الخلايا البدئية تطورها. فتتزود بنواة. وبحسب نظرية حديثة جداً، نتجت هذه المرحلة الجديدة من تزاوج غريب: فقد وُلدت الخلية النباتية من خلية مضيفة كانت قد استضافت متملكين، هم العوالق ذوات التركيب الضوئي والذين تحولوا إلى جُبيلات اليخضور. وبشكل متناظر، تكون الخلية الحيوانية هي خلية مضيفة استضافت نوعاً آخر من الطفيليات، هي البكتيريا التي أصبحت متقدِّرات mitochondria، وهي أنواع من المراكز المجهرية لإنتاج الطاقة موجودة في الخلايا الحية المتطورة كلها.

ـ أهو شكل من التطفّل؟

ـ بطريقة ما. إنه بالأحرى تكافُل. فقد اكتملت فيما بعد هذه العضويّات، باكتسابها مثلاً سوطاً أو هدباً سمح لها بالانتقال. هكذا فقد تكاثر إذن إلى جانب العوالق والبكتيريا فصيلة أخرى، هي الخلايا ذات النواة، وهي خلايا متحركة وقنّاصة: فهي تملك فتحة في غشائها، وأهداباً هزازة تجتذب البكتيريا والعوالق ثم تلفظ فضلاتها.

ـ هل كان هناك تطورات أخرى ممكنة لهذه القطرات؟

ـ لقد عرفت الطبيعة دون شك كافة الأشكال الممكنة للتكاثر والاستقلاب metabolism. فقد تبرعمت وتفرّعت في الإتجاهات كلها. لكن الحياة كما نعرفها قد أقصت كافة السبل الأخرى. إننا نعرف شكلاً آخر للحياة على الأرض، وهو نادر جداً، في أعماق المحيطات حيث ينتظم حول انبثاقات كبريتية من الصهارة الأرضية: إنها أنواع من الواحات تحت البحرية حيث كل شيء أصفر وأحمر. فهناك ليس ثمة ما هو أخضر، طالما أنه لا يوجد يخضور. وهناك تأكل خلايا مجهرية البكتيريا، وهذه بدورها تأكلها أسماك مجهرية تأكلها أسماك أكبر...

ألوان الكائن الحي

ـ إن الطبيعة لا ترجع أبداً إلى الوراء في هذه القصة. فهي تندفع لا تلوي على شيء باتجاه الأكثر تعقيداً. أفلَيْس لها ذاكرة؟

ـ هناك نوع من الذاكرة الكيميائية، بالمعنى الذي يكون فيه الجزيء في آن واحد شكلاً ومعلومة بالنسبة للجزيئات الأخرى. وتكون هذه الأشكال متتامة، فيتراكب بعضها في بعض، ويكون ثمة بينها تجانس وصلات فتتعارف. إن العالـم الجزيئي هو عالـم إشارات، والكيمياء لغته، فبعض تجمّعات الجزيئات يقود الطاقة إلى مسافة معينة، وبعضها الآخر خاص بالتكاثر، وغيرها ينعزل عن الماء، وأخرى أيضاً تجذب السُحُب الإلكترونية. هذا مثلاً ما تفعله الملوّنات، هل تعلم لماذا كانت الحياة ملوّنة إلى هذا الحدّ؟

ـ ليس فقط لتظهر جميلة، كما أفترض...

ـ لا، ليس ذلك فقط. فالخضاب هي جزيئات ذات إلكترونات متحركة جداً. وتسمح لها هذه الصفة بامتصاص حُبيبات الضوء، الفوتونات، وإرجاع أطياف معينة، وبالتالي تلوين المادة؛ بل إنها تيسِّر في الوقت نفسه بناء سلاسل جزيئية تدخل في بناء الكائن الحي. إن الخضاب تنظِّم كيمياء دقيقة وحاذقة لا تتطلب كثيراً من الطاقة. ويدخل الهيموغلوبين واليخضور في تركيب الحي لأن لهما هذه الخصائص، ولهذا أيضاً فإن لون الدم أحمر ولون الأوراق أخضر.

ـ الجمال في الطليعة... فلم يكن بمقدور العالـم الحي أن يكون رمادياً؟

ـ على الأرجح لا. ولا أبيض كله أو أسود كله. فاللون مرتبط ارتباطاً وثيقاً بالحياة.

التوافقات الخاطئة

ـ لقد لعب الزمان، مرة أخرى، دوراً جوهرياً في هذا الجزء من القصة.

ـ أجل. فهو يتقلّص أو يتمدد تبعاً لمراحل التطور. إن ظهور جزيء تفاعليّ جداً يركّز الزمان ـ المكان: فهو يستطيع اجتياح بيئته والتخلص في ثوان معدودة من

الجزيئات الأخرى التي كانت قد احتاجت لآلاف السنين لتتطور.

ـ من الأرض البدئية إلى الخلية الأولى، هل بات السيناريو منذ ذلك الحين فصاعداً كاملاً؟

ـ إننا نعرف مراحله الكبرى على الرغم من بعض الثغرات. فنحن لا نعرف بعد بشكل جيد جداً كيف فرضت مثلاً الآليات التكاثرية نفسها. ويعتقد بعض الباحثين باستمرار أنه أمكن للحياة أن تولد بعيداً وأنها جُلبت إلى الأرض بواسطة نيزك لوّث الكوكب بها، الأمر الذي ليس مُحالاً تماماً.

ـ هل يمكن إعادة إنتاج هذا التطور في المختبر بواسطة تآليفات كيميائية وصنع الحياة في أنابيب إختبار؟

ـ تقريباً. إن علماء كثيرون يطمحون للقيام بذلك. إنه المجال الحديث جداً لما يسمى «الحياة الاصطناعية» والذي يشتمل على مقاربات كثيرة، بحيث يمكننا تحقيق تآليفات للجزيئات، أو أيضاً تحريض تطور تلقائي في أنبوب اختبار بخلق شروط انتقاء داروينية لتصنيع جزيئات تتكاثر. يمكننا أيضاً القفز فوق عدة مراحل باستخدام المحاكاة الرقمية بالحاسوب. ويمكن التوصل اليوم حتى إلى خلق روبوتات على شكل حشرات قادرة على التأقلم تلقائياً مع وضعيات جديدة، مثل صعود الأدراج، والقيام عند الوقوع، وتجنب الحرارة، وإصدار إشارات فيما بينها. ويعمل بعض الباحثين أيضاً على تصنيع أشكال أخرى للحياة، على أساس السليسيوم مثلاً.

ـ لا يمكننا منع أنفسنا من الاستنتاج، كما بالنسبة لتطور الكون، أن ثمة أيضاً نوع من المنطق لهذا السرد. أيمكن أن يكون ذلك منطق الحي كما أشار إلى ذلك البيولوجي فرانسوا جاكوب[26]؟

ـ لنقل بالإحرى إنها متتالية من التفاعلات الكيميائية التي تقود إلى أوضاع لاعكوسة وإلى خصائص جديدة. إن ذلك كله يبني تاريخاً نوجد عند نهايته ونعيد تقصّيه، إننا نجده فريداً طالما هو تاريخنا.

ـ ومع ذلك فكم من المصادفات والتوافقات تخللته!

ـ إنها ليست مصادفات. لنأخذ جندياً يحكي لنا قصة حرب رهيبة. كان موجوداً في مسكن، وسقط صاروخ على المبنى، إلا أن السرير حماه. وفي إحدى المهمات قام بالقفز بالمظلة، لكن هذه الأخيرة إلتفّت عليه ولـم تسعفه، إلا أن رجلنا

وقع في مستنقع امتص سقوطه. فإذا بدت قصته خارقة، فذلك ببساطة لأنه موجود هنا ليحكيها لنا. لقد كان هناك ملايين من قصص الجنود التي انتهت بشكل مأساوي، لكن هؤلاء الأخيرين لـم يعودوا موجودين هنا بالتأكيد ليقصّوها علينا. والحياة هي مثل ذلك. فإذا بدت لنا أنها ناتجة عن متتالية من المصادفات والتوافقات، فذلك لأننا ننسى ملايين السبل التي لـم تنجح ولـم تصل إلى شيء. إن تاريخنا هو السرد الوحيد الذي نستطيع إعادة تشكيله. ذلك هو السبب في أنه يبدو لنا خارقاً إلى هذا الحد.

المشهد 3

تفجّر الأنواع

ها هي الخلايا تجد نفسها متكافلة بعد أن بقيت لفترة طويلة جداً منعزلة. إن عالماً رفيعاً من الألوان يتفتح: تولد الأنواع، وتموت، وتتنوع. والحياة تنمو وتتضاعف.

تكافل الخلايا

ـ عند هذه المرحلة من قصتنا، كانت تعمُّر الأرض خلايا تحيا بسلام في المحيطات وكان يمكنها الاستمرار فعلاً في هذا النمط من الحياة...

ـ لكن تأتي لحظة تصبح فيها مرغمة على التطور. إن الخلايا المتكاثرة الأولى سمّمت نفسها بنفسها بالفضلات التي طرحتها في بيئتها. وقد أظهرت الحياة في البداية ميلاً طبيعياً إلى تجميع الأفراد. و«للمجتمعات» الخلوية ميزات تطورية أكيدة. فهي محمية بشكل أفضل، وتحافظ على بقائها بشكل أحسن من الخلايا المعزولة.

ـ وكيف ستتشكل؟

ـ يمكن أن يساعدنا في معرفة ذلك سلوك نوع من الأميبة[27] amibe هو الديكتوستليوم dyctostelium الذي لا يزال يعيش حتى اليوم. فهذا النوع يتغذى على البكتيريا. فإذا حرمناه من الغذاء والماء فإنه يفرز هرمون الاستغاثة، وعندها تأتي إليه أعداد أخرى من الأميبات وتتجمع في مستعمرة من نحو ألف منها، مثل بزّاق ينتقل بحثاً عن الغذاء. فإذا لم تجد الغذاء تسمّرت في مكانها وأنبتت ساقاً

مع أبواغ وبقيت هكذا لفترة غير محددة في جفاف كامل. فإذا أضفنا الماء تعود الأبواغ فتنتش وتعطي الأميبات المستقلة عن بعضها والتي يذهب كل منها في اتجاه... وتتصرف أشنيّات الفولفوكس volvox، وهي خلايا صغيرة مزودة بزوائد هدبية، بالطريقة نفسها: ففي الوسط الفقير بالمواد الغذائية، تفرز نوعاً من الهلام gel، ويلتصق بعضها ببعض، وتنتقل كلها في الاتجاه نفسه، بحيث تكون الأهداب في الخارج، وبطريقة منسقة وككتلة واحدة.

ـ هكذا يمكن أن تكون قد تشكلت أولى العضويّات المتعددة الخلايا؟

ـ من المرجّح أن منطق سلوك اجتماعي مماثل كان مؤثراً في بدايات الحياة. واستفادت أولى تجمعات الخلايا من أنبوب مركزي، وهو نوع من المجرى الذي يفرّغ الفضلات. وكان لأشكال أخرى شكل مغزلي، وكانت مزوّدة من الأمام بمنظومة تنسيق ومن الخلف أو على الجانبين بمنظومة دفع. وهكذا كانت تبقى معلّقة معاً.

ـ ماذا تشبه رزم الخلايا الأولى هذه؟

ـ تتألف «هذه الرزم» من عدة آلاف خلية وتشكل كتلاً هلامية صغيرة شفافة. إنها أولى العضويّات البحرية من ديدان واسفنجيات ومدوسات [28] بدائية صغيرة. لقد تمّ هذا التحول خلال عدة مئات من آلاف السنين فقط. بذلك بدأ التطور يتسارع.

تقسيم العمل

ـ إن هذه التجمعات الجديدة مختلفة جداً عن التجمّعات السابقة للخلايا.

ـ نعم. فالمادة مؤلّفة من كُدسٍ من الذرّات المتطابقة عموماً بعضها مع بعض. أما في العالـم الحيّ فإن الخلايا التي تلتئم وتحتشد تتمايز وفق مكانها في البنية. فبعضها سوف يتخصص في التنقل؛ وبعضها في الهضم؛ وبعضها الآخر أيضاً في تخزين الطاقة. وشيئاً فشيئاً، نقلت هذه العضويّات، بتكاثرها عبر الأجيال، خصائصها إلى أنسالها.

ـ هل يمكننا مرة أخرى تفسير هذه الظاهرة من خلال ضرورة وإلحاحية البقاء فقط؟

ـ نعم. فالعضويّة المؤلفة من خلايا متخصصة تقاوم بشكل أفضل من مجموعة من الخلايا المتطابقة، وذلك لأنها تردّ على هجمات المحيط بطرق مختلفة، الأمر الذي يعطيها حظوظاً أوفر للبقاء. إن المنظومات المبنية من أساس واحد تنتهي دائماً بالإختفاء.

ـ ولكن ما الذي يدفع هذه الخلايا للارتباط؟ إنها مع ذلك لا تقول لنفسها «هذا أفضل لبقائي»!

ـ طبعاً لا! فالخلايا لا تعرف بالتأكيد أنه يهمها فعل ذلك. لكنها تملك آليات ارتباط وتعليق تدعوها إلى الارتباط بمثيلاتها، فتتبادل المواد مع بعضها بعضاً. وتنتهي لعبة هذا التواصل الكيميائي والتغيرات الضئيلة التي تؤثر بجيناتها إلى تخصيص هذه الخلايا. وتتأسس بذلك حالة توصيفية أو طبوغرافية في مجموعة الخلايا. فالمدوسة مثلاً تملك منظومة تَقَلُّص من أجل الإنتقال ومنظومة حسّية تجعلها قادرة على التوجّه نحو الغذاء. إن مخطط المجموعة متضمن في كل من خلاياها. وخلية واحدة تكفي لكي تبدأ العضوية من جديد.

ـ بالرغم من كل شيء، فقد استمرّت الخلايا التي بقيت مفردة، وبعض منها لا يزال موجوداً هنا اليوم. فلماذا تتجمع هذه الخلايا مع بعضها؟

ـ لأنها كانت متأقلمة بشكل جيد مع بيئتها. إنه حال البرايسيوم [29] أو الأميبات؛ فهي محمية بغشاء صلب ومجهزة بأهداب مهتزة تسمح لها بالانتقال بسهولة؛ وهي مزوّدة ببقع حساسة للضوء تحدد لها الضوء وبإنزيمات فعالة تهضم كافة أنواع الطرائد. إن البكتيريا تملك نوعاً من الشم: فثمة مستقبلات كيميائية تتواصل مع سوطها وتقودها إلى الأماكن الأغنى بالغذاء، الأمر الذي يشبه إلى حد ما شمنا لرائحة الطعام.

يحيا الجنس!

ـ كيف ستتابع العضوية كثيرة الخلايا تطورها؟

ـ لقد نمت شجرة الحياة وتفرعت في ثلاثة فروع رئيسية ابتداء من الكائنات متعددة الخلايا الأكثر بساطة، مثل العوالق والمدوسات والاسفنجيات: وهذه

الفروع هي: فرع الفطريات والسرخسيات والطحالب والنباتات الزهرية؛ وفرع الديدان والرخويات والقشريات والعنكبوتيات والحشرات؛ وفرع الأسماك والزواحف وحبليات الظهر، ثم الطيور والضفدعيات والثدييات...

ـ ثم ظهر الاختراع الأعظم: الجنس. فحتى الآن كانت الخلايا تتكاثر بشكل مطابق لبعضها بالمعنى الحرفي للكلمة. ومع الجنس، يعطي كائنان حيّان كائناً ثالثاً يختلف عنهما. فأي دهاء صغير اخترعه؟

ـ وفق بعض الفرضيات ولد الجنس من... الكائنات التي تأكل أفراد نوعها cannibalisme: فعندما تأكل الخلايا بعضها بعضاً يمكن أن تدمج فيها جينات أنواع أخرى سرعان ما تختلط مع جيناتها. وكانت هذه الظاهرة موجودة في حينه عند البكتيريا: فبعضها المسمى الزائد والناقص، يتزاوج ويتبادل مادته الوراثية. وفيما بعد، ومع إزدياد تعقيد العضويات، أصبحت مجهزة بخلايا متخصصة بالتكاثر، هي الخلايا الإنتاشية، التي يحتوي كل منها على نصف جينات عضويته. وهكذا تعمم الجنس.

ـ ومنذ ذلك الوقت أصبح العالـم الحي اكثر فاكثر تنوعاً.

ـ إنها ثورة. فبفضل الجنس يمكن للطبيعة أن تخلط الجينات. وهكذا انفجر التنوّع. وبدأت مغامرة التطور البيولوجي الكبرى؛ وستشهد عدداً لا يُحصى من التجارب المخفقة، والمسالك التي لا تفضي إلى أي مكان، والأنواع التي لن تستمر... إنما الطبيعة تجرّب وتختبر بالمقياس الحقيقي، فإذا لـم يتأقلم النوع المُختَرَع حديثاً فإنه يختفي.

ـ لماذا تأسس الجنس على طرفين اثنين؟ ولماذا ليس على ثلاثة؟

ـ إن مزج الجينات يطلق، بوجود خيطي الدنا، صيرورة مضاعفة. فمن أجل خلط أزواج الصبغيات في بيضة ملقّحة تلزم آلة بيولوجية فائقة التعقيد. وهي ستكون أكثر تعقيداً بكثير إذا كان عليها خلط ثلاثة جينات مورثية. فإذا كانت أنواع معينة قد اخترعت جنسانية من هذا النمط، فهي لـم تستمر.

الموت الضروري

ـ لقد نتجت ظاهرة حاسمة أخرى: ألا وهي إدخال الزمن إلى داخل العضويّة، أي الشيخوخة والهرم مع إختفاء الكائن في نهاية الأجل والموت. ألـم يكن بالإمكان حقاً تجاوز الموت؟

ـ إن الموت هام بمقدار الجنس: فهو يعيد الذرّات والجزيئات والأملاح المعدنية إلى دورة الطبيعة التي تحتاج إليها من أجل الاستمرار بالتفتّح. إنه يُجري إعادة تأهيل هائلة للذرات التي بقي عددها ثابتاً منذ الإنفجار العظيم. وبفضله تتمكن الحياة الحيوانية من أن تتجدد.

ـ وهل كان الموت موجوداً منذ العضويّات الأولى؟

ـ أجل، فالمدوسات medusa تهرم هي أيضاً. ففي كافة الكائنات الحية تتجدد الخلايا بشكل دائم، لكنها تملك نوّاساً كيميائياً هو نوع من الساعة البيولوجية الداخلية التي تحدّ عدد مرات إعادة إنتاج الخلايا، وهو يتراوح بين 40 و 50 مرة. وعندما تصل إلى هذه المرحلة تقودها آلية مبرمجة في جيناتها إلى نوع من الإنتحار فتموت. وحدها الخلايا السرطانية تفلت من هذا القدر، فهي تتجدد وتتكاثر دون حدود ودون أن تتخصص أو تتمايز كما تفعل الخلايا الجنينية.

ـ لكن عدم موتها يحرّض موت العضوّية التي تنتمي إليها... هل يمكننا القول إن الموت ضرورة للحياة؟

ـ بشكل مطلق. إنه منطق الكائن الحي. فمع انقسام الخلايا تتضاعف أخطاء رسائلها الوراثية التي تتراكم مع مرور الزمن. وأخيراً يصبح هناك الكثير من الأخطاء بحيث تتحلل العضوية وتموت. إنها لظاهرة محتّمة. فليس الموت بالتأكيد هدية للكائن الفرد، لكنه يُعتبر كجائزة أو كمنحة بالنسبة للنوع: فهو يسمح له بالحفاظ على سوية إنجازاته المثلى.

ـ بعد أن عرف التطور الجنس والموت، ماذا بأمكانه أن يصنع أفضل من ذلك؟

ـ الاكتمال أكثر. وهكذا سيعمل العالـم الحي على انتقاء طريقة لتصنيع الطاقة؛ فباستخدام سكّريات الغذاء سيُغْني استقلابه ويطوّر العضلات، الأمر الذي سيسمح للكائن الحي بالعمل والحركة، والسباحة والطيران والركض وإعمار العالـم. وفي الوقت نفسه ستعمل اللواقط التي هي الحواس على تنسيق نشاطات

العضوية. وهكذا فقد ظهرت ثلاثة تطورات كبرى جديدة: النظام المناعي الذي يؤمن الحماية ضد الطفيليات والفيروسات؛ والنظام الهرموني الذي يسمح بالسيطرة على الإيقاعات البيولوجية والتناسل الجنسي؛ والنظام العصبي الذي يحكم الاتصالات الداخلية.

ـ متى ظهر هذا النظام الأخير؟

ـ تحتاج العضويات الأولى من أجل تكاثرها، وهي الميدوسات والأسماك، لتنسيق خلاياها. ولذلك فقد تجهّزت بأقنية متخصصة تسير فيها المعلومات. وتملك الدودة، التي ليست مؤلفة مع ذلك إلا من عدة آلاف من الخلايا، أليافاً عصبية تتلاقى في رأسها في عقد. وعبر مسيرة التطور، سيتشعب هذا الجهاز ليشكل شبكة من الخلايا العصبية المترابطة فيما بينها والتي تتلاقى في دماغ. وفي الواقع، فقد ظهرت المنظومات الثلاث، العصبية والهرمونية والمناعية، ما أن خرجت الحيوانات من الماء.

هديّة الدموع

ـ ما الذي حرّضها على الخروج من الماء؟

ـ تتكاثر الأنواع في المحيطات بوفرة وبسرعة، وتسود بينها المنافسة ويصبح من المجزي أكثر المغامرة باتجاه الأرض اليابسة للحصول على الغذاء منها، مع العودة إلى المحيط لوضع البيوض فيه. إنها سمكة غريبة تسمى إكيتوستيغا ichtyostega التي كانت الأولى دون شك في اختبار هذه الصيغة من الحياة. كانت تملك زعانف كبيرة، وتحيا في بحيرات شاطئية صغيرة، وتخرج عينيها الجاحظتين من وقت لآخر خارج الماء لترى الحشرات الصغيرة. وعلى مرّ الأجيال جازفت سلالات هذا النوع بالبقاء لفترات أطول على الأرض اليابسة، وذلك بفضل خياشيمها القادرة على التقاط الاكسجين من الهواء، بل وأيضاً بفضل دموعها: ذلك أنه كان عليها في الواقع الحفاظ على عيونها رطبة لكي ترى في الهواء بدرجة الوضوح نفسها التي ترى فيها في الماء. وعبر الانتقاءات المتتالية تحسّن النوع: فاصبحت زعانفه أصلب، وظهر له ذيل. وكان أنساله هم الضفدعيات والبرمائيات. ونحن ما كنا لنكون هنا لو لـم يكن لهذه السمكة دموع!

ـ وقد يسّرت الحياة في الهواء الطلق التطور؟

ـ نعم. ففي الهواء يكون الاتصال مباشراً أكثر، وأسرع وأبسط. وتكون سهولة الوصول إلى الغذاء أكبر. ومع ذلك، فإن الأكسجين يعدّ سماً للحياة. فهو يساهم في توليد جذور حرّة، وهي جزيئات غير متوازنة، تحث على التدمير الخلوي وبالتالي على الهرم المبكر. لكنه أساسي لإعطاء الطاقة للعضويات ولتقدم التطور.

ـ كيف عملت هذه المتطلبات والضغوط الجديدة للوسط الأرضي على تسريع كمال وإتقان العضويّات؟

ـ مع ظهور الهيكل العظمي أصبحت الحيوانات أصلب وبالتالي أقدر على التغلب على الجاذبية. وسمح لها اختراع العضلات بالتخلي عن كونها عجائن من الهلام الرخو مثل ديدان الأرض أو المدوسات، بل وبممارسة ضغط آلي على بيئتها، وبتحمل وزن الشحم الحامي والدماغ. هكذا فقد تنوّع كل شيء: الاستقلاب ومنظومات الحركة... وخلال هذا الوقت تم عند النبات انتقاء منظومات لأسر الطاقة الشمسية بواسطة الأوراق ولنقل الطاقة بواسطة النسغ.

حاسّة النباتات

ـ لماذا لـم تطوِّر النباتات كافة هذه الروائع التي اخترعتها الحيوانات؟

ـ باستثناء العوالق التي تطورت على سطح المحيطات، اتخذت النباتات درباً أكثر اقتصادية بفضل ثباتها، الأمر الذي سمح لها بألا تصرف طاقة كبيرة. إن نمط حياتها بسيط: محوّلات ضوئية[30] من أجل تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كيميائية، وجذور من أجل امتصاص الأملاح المعدنية والماء... أما مهارتها فتظهر في نظامها التكاثري، وهو نظام متحرك ويستخدم وسائل متنوعة. إذن، فقد ورثت النباتات هي أيضاً جنسانية sexualité غنية جداً، وتأقلمت بشكل رائع جداً معها. ويكفي النظر إلى فطر عند كعب شجرة سكوية[31] Sequoia عملاقة عمرها آلاف السنين للتحقق من ذلك، أو ببساطة إلى شجر [32] تنوّب pine جبلي عادي.

ـ وبماذا هي نتائج تكيّف جيد؟

ـ إنها تحتاج في الغابة إلى درجة حرارة معينة لكي تتطور. فكما زهور الربيع

على كوكبنا الافتراضي، تحفظ الأشجار الداكنة والسوداء الاشعاع الشمسي الضعيف أكثر، وتدفىء وسطها القريب وتخلق مناخاً مصغراً ملائماً لنموها. ولكن، في الشتاء، يغطيها الثلج وتصبح بيضاء. فلو بقيت على هذه الحال طويلاً لما استطاعت بعد ذلك تأمين هذه الشروط المؤاتية. ولكن، بما أن أغصانها متجهة نحو الأسفل، وهي ذات رؤوس حادة، فإن الثلج يبقى فترة أقصر عليها؛ وهكذا تستعيد لونها وتتدفأ بشكل أسرع. لقد حفظ التطور هذه الأنماط من الأشجار التي قاومت تقلبات الجو بشكل أفضل. وهذا هو سبب وجود التنّوب في الجبال...

ـ ... وافتتاننا بتكيفها الرائع. هوذا سؤال ساذج: لماذا لم تطور النباتات أدمغة هي ايضاً؟

ـ إن الكائنات غير المتحركة لا تحتاج لوظائف تنسيق معقدة. فهي غير مدفوعة بضرورة الهرب والدفاع والصراع مثل الحيوانات. ومع ذلك، فقد بدأنا نكتشف عند النباتات شكلاً من النظام المناعي، ومنظومة اتصال، وحتى منظومة مشابهة للنظام العصبي. إن النباتات تملك آليات مصطنعة تحميها ضد المجتاحين: إنها نوع من «الهرمون» النباتي الذي يسمح لها مثلاً بتحريك دفاعاتها. ونعلم أيضاً أن الأشجار «تستشعر» من بُعد وجود معتدين.

ـ «تستشعر»؟

ـ نعم. فبوجود حيوانات قنّاصة تريد أن تأكل أغصانها المنخفضة، تصدر أشجار معينة منتجات متطايرة تغير بانتقالها من شجرة إلى شجرة إنتاج البروتينات وتعطي للأوراق مذاقاً كريهاً. لكنني لن أذهب إلى حد القول إنه يجب التحدث إلى نباتات المنازل!

ـ يمكننا مع ذلك التأكيد على أن الحيوانات مضت إلى أبعد من ذلك في التطور، أليس كذلك؟

ـ لقد برهن العالم الحيواني فعلاً في تكيّفه مع الوسط على حيوية أكبر من العالم النباتي: فثمة فيه أنواع تجري وتحفر وتنقّب وتسبح وتطير وتدبّ... لقد طوّرت الحيوانات حيلاً لا تحصى، بدءاً من اللواقط عند الجُعَل [33] حتى مِجسّات الأخطبوط، واخترعت الطُعُم والخُدع والأسلحة: كالمخالب والأجنحة والمنقار والزعانف والقواقع والمِجسّات والسمّ...

الاستبعاد الطبيعي

ـ عندما نقول «إنهم» يخترعون...

ـ إنهم لا يخترعون. إنما هي ظاهرة «الانتقاء» التي تستبعد الأقل كفاءة. لنأخذ مثلاً طيور الدُوري ذات المنقار الكبير التي تتغذى حصراً على الديدان الصغيرة المعشّشة في ثقوب الأشجار. إنها كثيرة ونشيطة إلى درجة أن ينتهي الأمر بها إلى إفناء كافة الديدان الموجودة على سطح اللحاء. ودون غذاء فإن معظم النوع يموت. لكن قسماً صغيراً منها يملك، بسبب طفرة حصلت صدفة، منقاراً حاداً وأطول من الآخرين. وهكذا يمكن لأنسال هذه الطيور التفتيش عن الديدان في الثقوب الأعمق، وبالتالي مقاومة القلة بشكل أفضل. والنتيجة أن هذه السلالة تفرض نفسها. فعلى مدى الأجيال بات معظم النوع يملك منقاراً أطول. ولا يمكننا القول لهذا السبب إن عصافير الدوري «اخترعت» هذه المهارة. والواقع أن العكس هو الصحيح: فعصافير الدوري التي لـم يسعفها الحظ بالطفرة التي أعطت منقاراً أدقّ ماتت.

ـ فليس ثمة قصد إذن في صيرورة التطور.

ـ لا. فالتطوّر يجرّب آلاف الحلول في الوقت نفسه، فينجح بعضها ويفشل بعضها الآخر. والحلول التي تسمح بالاستمرار هي التي تُحفظ تحديداً.

ـ ألا تؤثر البيئة مباشرة على التطور؟

ـ نعتقد اليوم أن للبيئة أثراً على سلوك الخلايا، وذلك عبر وساطة المتقدّرات[34]، هذه المصانع التحتية التي تملك داخل الخلايا مخطّطات وراثيّة مستقلة، والحساسة جداً للتغيرات. لكن هذا لا ينتقل إلى النسل.

ـ فلا يزال مبدأ الانتقاء الطبيعي ملائماً إذن بشكل كامل اليوم؟

ـ بلى. شرط ألا تكون لدينا فكرة بيئة خالقة تقرر ما هو صالح وما ليس صالحاً. هذا نحفظه وهذا نرميه. لا. ولنتحدث بالأحرى عن استبعاد تنافسي: فعلى مدى الأجيال تم استبعاد كافة الأنواع الأقل كفاءة. ولكي نفهم هذه الظاهرة جيداً يجب أخذ الفترة الزمنية بعين الاعتبار والتفكّر بالسلسلة الطويلة من الأجيال المتلاحقة التي سوف تتغير ببطء شديد.

ـ الغالبية الساحقة من الحلول، أي من الأنواع التي اخترعتها الطبيعة تختفي. أليس ثمة لحظات يسعى فيها التطوّر إلى التوقف حيث يستطيع العالـم الحي أن يجد استقراره، مثل زهرات الربيع على كوكبنا المفترض؟

ـ لا، لأن التنوع كان هائلاً منذ بداية الحياة. فإذا استعرنا تشبيه هيوبرت ريفز، فثمة حروف كثيرة، أكثر من ألاّ تستطيع تشكيل سوى كلمة واحدة. لربما كانت إستقرارية بعض الأنواع الفظة قد استطاعت أن تتأسس على نيزك صغير، في نوع من التسوية أو الهدنة للتطور؟ إنما ليس على الأرض، بحجمها وجيولوجيتها وغلافها الحيوي، والعلاقة بين المعدني والعضوي عليها، وبيئتها دائمة التغير التي تجبر الأنواع على تعديل التكيف وعلى التطور.

ـ ويدوم ذلك بضع مئات من ملايين السنين.

ـ أجل. فهذا الانتقاء يؤثر على ملايين الأجيال المتعاقبة. هكذا تترقى الآليات الحسية ويتنوّع السلوك. وتترابط بعض الأنواع لتشكل تنظيماً جماعياً حقيقياً. فخلية النحل مثلاً تحفظ حرارتها بواسطة حركة أجنحة الحشرات؛ وهي تُروى بهرمونات تنتج عن احتكاك الحشرات. وعندما يغادر النحل القفير بحثاً عن الغذاء فإنها تشير إلى مصادره الأقرب بالرقص. وهكذا تقتصد الخلية في الطاقة؛ وتزيد بالتالي فرصتها بالاستمرار. وينطبق الأمر نفسه على النمل: فهو يرعى اليرقات، ويساعد الملكة، ويتقاسم المهام، بما يشبه قليلاً خلايا أشنيّات الفولفوكس (التي تعيش مجتمعة)، ويؤمن توازن المجموعة النملية. ولو رفعنا ثلاثين بالمائة منها فإن المجموعة ستتكيف من جديد وتستعيد تناسباتها.

ـ لكن النمل غير قادر على السلوك المستقل.

ـ وغير قادر على التخطيط. فالنمل يتواصل أفراده بواسطة الفيرومونات، ويتواصل جماعياً أيضاً من خلال البيئة، فالنملة المولودة حديثاً ستتعلم الشبكات والطرق التي خطّها رفاقها. ويقود السلوك المتزامن لآلاف الأفراد إلى شكل من الذكاء الجمعي. فالنمل يعرف كيف يختار مثلاً الطريق الأقصر ليجلب الغذاء. وقد نجح بالأحرى بشكل جيد هذا النمط من الإتحاد طالما أن النمل موجود منذ ملايين السنين. وإذا شهدت الأرض حرباً نووية، فمن المرجح أن النمل سيبقى بفضل درعه الذي يسمح له بمقاومة الإشعاعات وبفضل نمط تنظيمه.

الحظ العاثر للدينوصورات

ـ عالـم من النمل والبكتيريا... منظور جميل. إننا نرى عبر هذا السرد أن تطوّر الحياة كان مثل تطور الكون أقل ما يمكن هباء.

ـ نعم. لقد عرف تطور الحياة تسارعاً ثابتاً، إنما شهد أيضاً أزمات وطرق مسدودة وفترات انقراض كبير. فمنذ مائتي مليون سنة كانت الدينوصورات تسود الأرض. ولـم تكن الأنواع قد نجحت أبداً في اجتياح جميع الأوساط كما فعلت الدينوصورات، إذ كان يوجد منها أنواع صغيرة وضخمة وعاشبة ولاحمة وراكضة وطائرة وبرمائية... كان تنوّعها هائلاً بحيث يجعلها متكيّفة مع بيئتها.

ـ ومع ذلك فقد اختفت... وبالتالي فإن فرضية أن انقراضها تمّ بسبب تكيّفها السيء فرضية غبية؟

ـ كلياً. ففي نهاية الحقب الجوراسي، منذ خمس وستين مليون سنة، سقط نيزك هائل قطره خمسة كيلومترات في خليج المكسيك، قرب يوكاتان Yucat'an. وكانت الصدمة عنيفة إلى درجة أنها ارتدت من الجانب الآخر للكوكب وحرّضت تفجّر الصهارة. وأدى هذا الانفجار المزدوج إلى حريق عالمي، فاشتعلت الغابات، وحررّت غاز الكربون والغبار مما غطى الأرض بحجاب شاسع. تعتّم الكوكب، ونجم عن ذلك برد رهيب رافقه فيما بعد على الأرجح أثر للدفيئة أدى إلى التسخين.

ـ ولـم يَنْجُ سوى بعض الأنواع فقط؟

ـ أجل. وهو حال الليموريات، المتحرّكة والمتكيفة والمزودة بيدين مُمْسِكَتْين. وقد لجأت إلى تجويفات الصخور واحتمت بها وولدت السلالات التي قادت إلى الثدييّات. واكتسبت هذه الأخيرة ميزة جديدة لكي تؤمن بقاء نسلها، وهي حمل البيضة في داخلها مما يزيد كثيراً في حمايتها مما لو كانت في الخارج. ولنا عبرة في الضفدعيّات التي تضع آلاف البيوض التي تتبدد وتؤكل وتضيع...

الانتقاء في الرأس

ـ متى ظهر فعلاً الدماغ الحقيقي؟

ـ لـم ينفكّ الدماغ يكتمل عبر مراحل متتالية، منذ الأسماك فالفقاريات فالطيور فالزواحف فالبرمائيات والإنسان. ففي البداية، كان الدماغ الأكثر بدائية، أي دماغ الزواحف والذي ينظّم الغرائز البدائية للبقاء والجوع والعطش، والغريزة الجنسية والخوف، ثم الرغبة التي تحرّض على الإتحاد والألـم الذي لا ينفصل عنه. ويستجيب الدماغ بوجود دخيل فيقود العضوية إلى إنتاج سمّ أو إلى الوثوب على المهاجم... ونجد في المرحلة الثانية عند الطيور الدماغ المتوسط الذي يقود إلى آلية جماعية، مثل العناية بالفراخ وبناء العش والبحث عن غذاء والمشاركة والغناء والإغراءات الجنسية... ثم تظهر المرحلة الثالثة عند الرئيسيّات وبخاصة عند الإنسان: القشرة الدماغية التي تُدخل معطيات مجردة، مثل الوعي والذكاء.

ـ إن أكثر ما يدهش هو مبدأ الانتقاء هذا الذي نجده في كل مكان، في الكون، وفي الكيمياء الأولى للجزيئات، وبين الكائنات الحية، وإذا صدّقنا عالـم بيولوجيا الأعصاب جان ـ بيير شانجو Jean-Pierre Changeux، فهو موجود حتى في داخل الدماغ في الوقت الذي ينمو فيه عند طفل وليد.

ـ في الواقع يخضع نمو المنظومة العصبية هو أيضاً لمبدأ الانتقاء الدارويني. فعندما يكبر حيوان صغير فإن أعصابه تتواصل وفق مخطط معطى بواسطة الجينات. لكن الإلتآم بين خليتين عصبيتين لا يدوم إلا إذا كانت هاتان الخليتان تعملان ضمن محيط، أي إذا كانت البيئة تحرضهما. فالأعصاب البصرية لطفل وليد لا تقترن إذا كان هذا الأخير مغموراً في الظلمة دائماً. فثمة إذن بطريقة معينة انتقاء لا يحفظ سوى النطاقات الملائمة للفرد. فالتعلّم يعني الإقصاء.

ـ يعتبر عالـم الإناسة (الانتروبولوجيا) ستيفن ج.غولد Stephen J.Gould أن كل حدث، مهما كان تافهاً، يؤثر في مجرى التاريخ. وكما في فيلم فرانك كابرا Frank Capra «الحياة جميلة»، يكفي تعديل شيء تافه للغاية حتى يتغير كل شيء عبر سلسلة من النتائج. فلو تظهر البيكايا pikaïa، وهي عبارة عن دودة هي أصل نسلنا، أو لو بقيت الدينوصورات، لما كنا هنا. فليس ثمة إذن وفق غولد اتجاه للتطور. فالتطور لا يحفظ الأكثر تكيّفاً بل الأكثر حظاً. لربما كانت الحياة حدثاً محتملاً، لكن الإنسان إنما هو محظوظ مهيب.

ـ لو لـم تستمر الليموريات، ولو لـم تكن قادرة على التغذي بالعنبيات[35] في

أوكارها في الوقت الذي اختفت فيه الدينوصورات، لما كنا هنا. ليس ثمة قصد خفي في هذه القصة. لكن النتيجة هي أن التعقيد يزداد. فإذا كان يوجد كواكب تطورت في الظروف نفسها التي تطورت بها الأرض، فليس من غير المحتمل أن تكون هذه الكائنات الحية موجودة وألا تكون مختلفة عنا أكثر من اختلاف نعامة عن تمساح؛ فيكون لها أربعة أطراف وعينان ودماغ ومنظومات حركية. وهناك حظوظ كبيرة بأن تكون قد وصلت إلى نقطة التطور نفسها تقريباً التي وصلنا إليها... لا يمكننا القول إنه يوجد قانون يدفع إلى التعقيد. لكننا نستنتج أن شيئاً ما ينتظم ويقود إلى ذكاء أكثر فأكثر نمواً وأكثر فأكثر تحرراً من المادة. بل ربما كان تاريخ التطور حادثاً عارضاً لوعي يعي نفسه.

ذاكرة البدايات

ـ وحده الدماغ الإنساني يتساءل حول نفسه... أهذا ما يميزه عن الآخرين؟

ـ ليس ذلك فقط. فهو قادر على تجسيد وظائف في البيئة المحيطة. فالأداة تطيل اليد. إن الإنسان يستطيع أن يقوم اليوم بكل ما تفعله الحيوانات: الركض كالغزال بواسطة سيارة، والطيران كالنسر بواسطة طائرة شراعية، والغوص في الماء مثل الدلفين، والتقدم في الأرض مثل الخلد... قناع ونظارات ومظلة قفز، وأجنحة وعجلات... لقد مدّ أيضاً وظائفه الحسية بواسطة الكتابة التي تسمح بحفظ الكلام وبنقل الفكر في المكان والزمان. هذا ما يميز الدماغ البشري؛ فهو ليس فقط كتلة رخوة من الخلايا العصبية، ولا مركز اتصالات يجمع كافة دوائر الجسم، ولا حتى حاسوباً. فهو يمتد أيضاً إلى الخارج، ويتفرّع على أدمغة بشرية أخرى على مجمل الكوكب. إنها شبكة سائلة، في حالة إعادة تنظيم مستمرة، تعيد تشكيل خلاياها العصبية في العمل والتفكير.

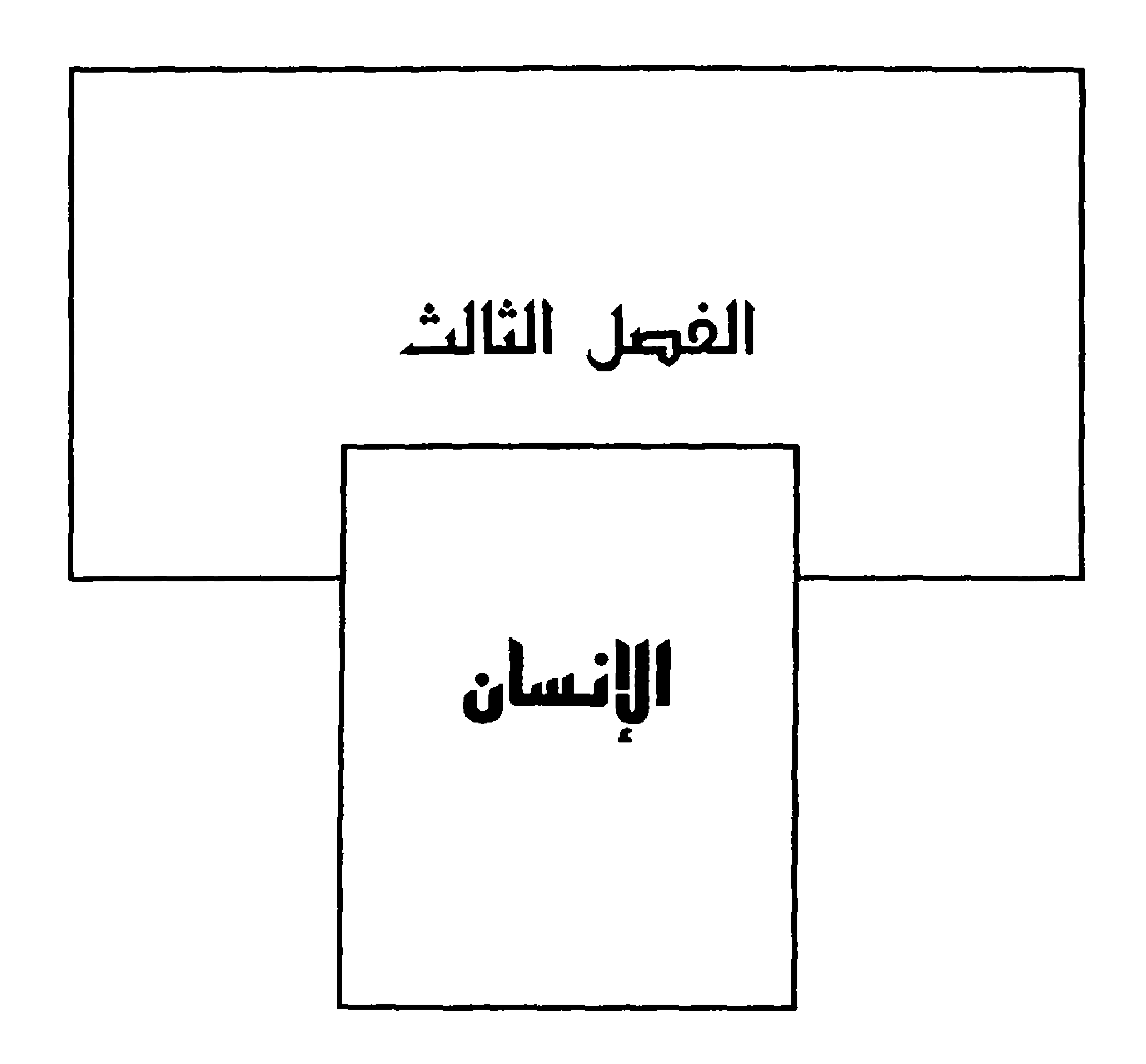
ـ نستنتج عبر هذا التاريخ كله أن التعقيد ينمو عبر تنسيق وتنظيم أشياء بسيطة: كواركان في بداية الكون، أربع ذرّات متناظرة للكربون، أربع قواعد فقط بالنسبة للجينات، جزيئان متشابهان من أجل تأسيس العالمين الحيواني والنباتي، فردان من أجل الجنس... فكما لو كانت الطبيعة تجد عبر كل مرحلة الطريق الأبسط للتقدم.

ـ بطريقة معينة... فالتعقيد لا يعني المضاعفة التعقيدية. بل هو تكرار لعناصر

بسيطة تتكاثر وتتوالد. ونحن نعرف اليوم كيف نُحاكي هذه الظاهرة على شاشة الحاسوب: إذ نرى كيف تتشكل إبتداء من شكل أولي رسمات معدّة نسميها التسمية الجميلة «الأشكال الكسورية fractals»؛ إنها تشبه أجنحة فراشة، وأذناب أحصنة البحر، وجبالاً وغيوماً. كذلك هي الحياة تكرارية. الذرة في الجزيء القائم في الخلية التي توجد في العضوية الموجودة في المجتمع...

ـ فنحن نحمل إذن فينا آثار هذه التداخلات والإنطواءات؟

ـ بالضبط. فدماغنا، بطبقاته الثلاث، يحفظ ذاكرة التطور. وجيناتنا كذلك. إن التركيب الكيميائي لخلايانا هو جزء صغير من المحيط البدئي. لقد حفظنا في أنفسنا الوسط الذي جئنا منه. فجسمنا يحكي قصة بداياتنا.


الفصل الثالث
الإنسان

المشهد 1

المهد الأفريقي

قردة صغيرة ذكية ولدت في عالم من الزهور. وقد انتصبت سلالاتها لكي تقاوم الجفاف فاكتشفت كوناً جديداً.

سلف غير لائق كثيراً

ـ «إذا كان صحيحاً أن الإنسان أتى من القرد، فلنصلِّ لكي لا يُذاع هذا الأمر!» هكذا هتفت سيدة إنكليزية محترمة عام 1860 عندما اكتشفت نظرية التطوّر لشخص يدعى شارلز داروين Charles Darwin. أما اليوم فيبدو واضحاً أن طلبها لم يُستجاب: «فهذا الأمر» قد ذاع وانتشر.

إيف كوبنز: ليس كلياً. فقد كان من الصعب علينا دائماً قبول هذه القرابة كما تعلم. فالأصل الحيواني للإنسان يصطدم بالكثير من المعتقدات الفلسفية أو الدينية إلى حدّ أنه لا يزال يجتذب عدداً من التحفّظات... في أحد الأيام قالت لي جدتي أم أمي، وهي من مقاطعة بريتانيا عريقة المحتد، وذلك بجدية فائقة: «ربما كنت أنت سليل قرد، إنما ليس أنا!» ولا يزال أشخاص كثيرون يحفظون غموضاً واختلاطاً لا يصدّقان حول هذا الأمر. فعندما نؤكد أننا سليلو القردة، فإن بعضاً منهم يعتقد أننا نقصد الشمبانزي بحديثنا!

ـ الإنسان ليس سليل القرد، بل سليل أحد القرود، أليس كذلك؟

ـ بالضبط، فقد جاء الإنسان من نوع كان السلف المشترك للذريتين، سلالة القردة العليا في إفريقيا من جهة، وسلالة أشباه الانسان ثم الانسانيات من جهة أخرى. فالإنسان ليس قرداً إذن بالمعنى الواسع إلاّ من منظور «ترتيبه» في التصنيف الحيواني؛ وكانت خصوصيته تحديداً أنه نجح في تخطي هذا الشرط البسيط. وقد ذكّرنا جويل دو روني بذلك، فنحن لا نستطيع تجاهل نَسَبِنا: إننا نحمله في جسمنا الخاص.

ـ لقد واجه العلماء أنفسهم كما يبدو بعض الصعوبات في الاعتراف بذلك.

ـ لـم يبرأ العلماء يوماً بشكل فعلي من إكتشافاتهم الأولى. كانت أوروبا المسيحية القديمة هي التي فكرت في القرن الماضي بالإنكباب على أصول الإنسانية، وكانت هي بالتالي التي قامت في بلجيكا ثم في ألمانيا بأولى الإكتشافات. ويا للصدمة! كانت تنتظر إكتشاف سلفٍ لائق: أو لـم يكن الإنسان قد خُلق على صورة الله؟ وها هي تعثر على أحافير فرد كان يُشكل استثناء كما تبين فيما بعد.

ـ ومن كان هذا الكائن؟

ـ إنسان نياندرتال Neandertal. فقد اكتُشف كائن «قبيح»، ذو جمجمة منخفضة، ووجه منتفخ، وقوسين حاجبيّين ناميين جداً على شكل مقدّمة الخوذة... وقد حمل علماء مشهورون حينها بلا هوادة على هذا الصعلوك المسكين. وزعم بعضهم أنه لـم يكن سوى فرد مصاب بداء المفاصل ومكسوٌ الشعر. ووفق آخرين، لـم يكن يستطيع إصدار سوى صوت واحد: «أغ Ugh!». ولا حاجة بنا للقول إن الأمر تطلّب سنوات عديدة لكي نقبله في فصيلتنا، على الاكثر كابن عمّ بعيد.

تقنية «بوسيه الصغير»

ـ عندما «تكتشفون» أحد الاسلاف فإن الأمر يتعلق في الواقع ببضعة قطع عظمية، أو أجزاء من الفك أو غالباً أسنان بسيطة. فكيف يمكن إعادة تشكيل هيكل كامل بهذا القدر الضئيل من العناصر؟

ـ تكفي أولى البقايا المكتشفة، وغالباً ما تكون من الأسنان في الواقع، لكي

نستطيع الانتقال من شكلها ومدلولها الغذائي إلى بقية الجسم. فنحن نعرف، بفضل قوانين الارتباط في التشريح المقارن والتي اخترعها كوفييه[36] Cuvier، أن هذا النوع من السن يندرج في هذا النمط من الفك، وأن مثل هذا الفك يوافق مثل هذا النمط من الجمجمة، وأن مثل هذه الجمجمة تتوضع على مثل هذا النمط من العمود الفقري، وأن مثل هذا العمود الفقري يرتبط بمثل هذا النمط من الهيكل العظمي الزائد، وأن مثل هذا الهيكل العظمي يحمل مثل هذا النمط من العضلات، إلخ. وهكذا يمكننا، من استنتاج لآخر، المرور من السن إلى الحيوان.

ـ وتمضون في ذلك حتى استنتاج تطوره منه، بل وحتى سلوكه؟

ـ نعم. فلو درسنا مثلاً مينا سن بواسطة المجهر الإلكتروني، نرى حزّات دقيقة لا ترى بالعين المجردة تكشف عن الطريقة التي نمت بها السن وتعطي مؤشرات حول نمو الفرد. وبالمقابل، إذا وجدنا لهذا الكائن عظم فخذ مائل في حين أن مفصله بالنسبة للركبة متحرك، فإن هذه الملاحظات تدل على حركة منتصبة ومتسلقة للأشجار. لكن من المؤكد أننا كلما امتلكنا عناصر أكثر كانت إعادة التشكيل أكثر دقة.

ـ هل استطاع العلماء، منذ أولى الأبحاث في القرن الماضي، أن يجدوا خلال تتبعهم لكافة هذه القطع العظمية الصغيرة على طريقة بوسيه الصغير[37] Le Petit Poucet الطريق الذي سلكه الإنسان في كليته؟

ـ لقد عثر العلماء، ويا للغرابة، على الأحافير ضمن الترتيب المعاكس لقدمها: فعثروا أولاً على أحافير الإنسان الحديث، ثم على أحافير أسلافه، مما سمح بالتعرف عليهم وقبولهم بصعوبة أقل بقليل. كان يجب أولاً قبول فكرة أن الإنسان أقدم بكثير مما كان يُعتقد.

ظهروا مع الزهور

ـ ما هو التاريخ المحدّد الآن لأصله؟

ـ إننا لا نستطيع أن نحدد فعلاً «أصلاً» للإنسان، كما هو الحال بالنسبة لعدم وجود «أصل» واحد للحياة. ولا يمكننا حتى تحديد تعريف حقيقي لما هو إنسانيّ

من جهة أخرى. ونحن نستنتج بالأحرى تطوّراً طويلاً، تسلسل حيواني تظهر خلاله مختلف الصفات في مواقعها.

ـ هل نعرف على الأقل المراحل الكبرى في هذا التطور؟

ـ أجل. وعلينا من أجل ذلك الرجوع إلى نهاية العصر الطباشيري، منذ سبعين مليون سنة. إنه فجر الحقب الثالث، عندما كانت آخر الدينوصورات في طريق الإنقراض. لقد عانت البيئة من تغيّرات عميقة، ونحن نعلم أن تاريخ التطور مرتبط أوثق الارتباط بتاريخ المناخ. وفي ذلك العصر كانت إفريقيا جزيرة، وكذلك الأمر بالنسبة لأميركا الجنوبية وآسيا. وقد ظهرت على قارة كانت تجمع أوروبا وأميركا الشمالية وغرينلندا حيوانات صغيرة: إنها أولى القردة سليلة آكلات الحشرات[36]. وقد بدأت بالتكاثر وسط نبات جديد تماماً، هو أولى النباتات الزهرية.

ـ لقد وجدوا إذن مع الأزهار! يا للفكرة الجميلة...

ـ إنه بالتالي أيضاً عصر أولى الثمار. وكانت القردة التي اجتاحت هذا الوسط الجديد هي في الواقع أول من استهلكها. وهكذا فقد خرجوا عن عادات أسلافهم الذين كانوا يتغذون بالحشرات. وسيؤدي ذلك، على مرّ الأجيال، إلى سلسلة من التغيرات التشريحية: فعلى سبيل المثال ستتزود أجسامهم بعظم الترقوة وهو ابتكار جميل.

ـ وما الغاية منه؟

ـ إنه يوسّع القفص الصدري للحيوان، وبالتالي فهو يزيد من مدى طرفيه العلويين ويسمح له، أثناء القطاف، بإمساك جذع الأشجار جيداً ليتسلقها بشكل أفضل. وللسبب نفسه أصبحت المخالب التي تعيق التسلق أظافر مسطحة. أما كف القدم فأصبحت تملك عند البدائيين إصبعاً سيصبح مقابلاً لأصابع الكف الأخرى، مما سيسمح لمجمل هذا الطرف بالتقاط ثمرة أو حجر أو قطعة خشب.

ـ ما هي هذه الحيوانات اللطيفة؟

ـ سُمي اقدم رئيسي معروف البرغاتوريوس Purgatorius (أي المَطْهَر)، لأن الباحثين الذين اكتشفوه في الجبال الصخرية، في أميركا الشمالية، كانوا يعملون في موقع صعب، هو عبارة عن مطهر حقيقي... وهو ليس أكبر حجماً من فأر[39]. وكان يعيش في الأشجار ويتغذى بالثمار، ولا يأنف مع ذلك من الحشرات.

ـ وهو أحد أسلافنا؟

ـ ليس بالتأكيد عبر سلالة مباشرة. لقد استعمرت هذه الرئيسيات الصغيرة القارة الأوروبية الآسيوية، ثم الجزيرة التي شكلتها إفريقيا مع شبه الجزيرة العربية وكانت مغطاة بغابة استوائية كثيفة. وههنا ظهر بعد فترة، منذ 35 مليون سنة، أوائل الأسلاف الحقيقيين المشتركين للانسان وللقردة الكبيرة، إنها الرئيسيات العليا. وقد انعزلت هذه القردة الكبيرة في إفريقيا، الأمر الذي يأتي لصالح أصل وحيد لسلالة الإنسان. ويبدو أن جفافاً أولياً طرأ في ذلك الوقت مما حرّض انتقاء وتأقلم أنواع جديدة.

ـ أية أنواع؟

ـ كان يعيش في حوض الفيّوم (منطقة القاهرة حالياً)، وفي عُمان، قرد صغيرة من ذوي الأربع، وقد سمي بقرد مصر aegyptopithecus طالما أنه اكتُشف أولاً في مصر. حجمه بحجم قط وله ذَنَب طويل وخطم كبير ويتميز عن أسلافه بنمو طفيف في الدماغ الجبهي، ويصل حجم جمجمته إلى 40 سنتيمتراً مكعباً (مقابل 1400 بالنسبة لنا اليوم)، وهو حجم متواضع جداً. لكنه سمح له مع ذلك بإظهار حرية معينة في ردود الفعل.

ـ وما الذي تفهمونه من ذلك؟

ـ لقد استطاع أن يمارس كفاءات جديدة بفضل تطور منظومته العصبية المركزية. فقد تطورت الرؤية بخاصة عنده متفوقة على الشمّ، فأصبح يرى بشكل مجسّم الأمر الذي يتوافق مع تكيّف جيد مع حياة الأشجار. وفي الوقت نفسه كانت هذه الرئيسيات الصغيرة تختبر سلوكاً اجتماعياً، فهي تتواصل بواسطة الحركات الإيمائية.

ـ كيف تعرفون ذلك؟

ـ نحن لا نستطيع بالتأكيد مراقبة برغاتوريوس Purgatorius صغير، وهو نوع اختفى منذ زمن طويل، لكن الليموريّات التي تعيش اليوم في إفريقيا، أو

التارسيات (الرسغيات Tarsiens) التي تعيش في آسيا، تعطينا مؤشرات مقابلة ثمينة حول بعض النقاط. فلدى هذه الحيوانات حياة اجتماعية متطورة. كذلك تفيدنا كثيراً ملاحظة ودراسة جماجم البرغاتوريوس الأحفورية، وبخاصة باطن الجمجمة الذي يمكن الحصول عليه بالصبّ. إن أبعاد بعض أجزاء دماغها تسمح لنا بالاعتقاد بأنها كانت منذ ذلك الحين إجتماعية جداً.

- هل كانت هذه الحيوانات تعيش في أسرة؟

- لقد نبهني إلوين سيمونز Elwyn Simons، الباحث الأميركي الذي اكتشفها، إلى أن إثنتين من الجماجم التي اكتُشفت في الموقع نفسه كانتا تبديان ازدواجية جنسية كبيرة، إذ كانتا مختلفتين جداً إحداهما عن الأخرى. كذلك كانت إحدى الجمجمتين لذكر والأخرى لأنثى. الأمر الذي يوحي بأن هذه القردة كانت تعيش ضمن جماعات، وأنها بالتالي طوّرت منذ ذلك الحين شكلاً معيناً للتواصل ولتوقّد الذهن. هذا بسيط، أليس كذلك؟

- هذا جريء في كل حال. ماذا جرى بعد ذلك؟

- عاش سليل هذه القردة، البروكونسول proconsul، في الغابة إلى الجنوب أكثر وامتلك سعة جمجمية أكثر نمواً (150 سم^3). ويوجد منه في الواقع عدة أنواع، حجم أكبرها بحجم شمبانزي صغير. وقد شهدت أنواع البروكونسول حدثاً جغرافياً كبيراً: فمنذ 17 مليون سنة التقت الصفيحة الإفريقية - العربية بالصفيحة الأوروبية - الآسيوية. وقد عبر قرود إفريقيا، البروكونسول وسلالاته، هذا الجسر وانتشروا في أوروبا وآسيا. وقد تطور بعضها ليعطي باقة جديدة من الأنواع، نذكر منها بخاصة قرد كينيا (كينيابيكوس kenyapithecus) في كينيا، بل وأيضاً الدريوبتيكوس (قرد البلوط) في أوروبا، ثم، بعد فترة متأخرة قليلاً، الرامابيتيكوس ramapithecus في آسيا. وقد اعتُقد لفترة أن هذا الأخير كان يشكل جزءاً من فصيلتنا، لكن هذا الاعتقاد كان خاطئاً.

سقط من الفرع

- كنا حتى فترة حديثة لا نزال نراه في صور كتبنا المدرسية يقفز بجنون مطبِق خلف سلسلة أسلافنا. وها هو قد سقط نهائياً؟

ـ نعم. وكان البيولوجيون هم الذين جعلونا نغيّر رأينا. فبفضل تقنيات متقدّمة، اختبروا الأجسام المضادة التي وجدت على بعض كسر أسنان الرامابيتيكوس، ووجدوا قرابة له ليس مع البشر إنما هو الأورانغ ـ أوتان-orang outans [40]. وبينت التجربة نفسها التي أجريت على أسنان الأوسترالوبيتيكوس أن هؤلاء هم، بالمقابل، قريبون من البشر. ومن جهة أخرى بيّن البيولوجيون أيضاً أن الإنسان والشمبانزي كانا متقاربين جداً وراثياً، إذ أن 99% من جيناتنا مشتركة بين النوعين.

ـ وهذا الـ 1% هو الذي يشكل البشري؟

ـ أجل. ثم، من أجل إثبات ذلك كله، فقد اكتُشف في الباكستان وجه للرامابيتيكوس قريب جداً من ناحية الشكل من الأورانغ ـ أوتان هو أيضاً. والسبب بات مفهوماً، فالرامابيتيكوس ليس سلفنا، إنما هو سلف الأورانغ ـ أوتان.

ـ بعد سقوط الرامابيتيكوس من الفرع، هل لا زال العلماء يتقصّون البحث نفسه حول «الحلقة الضائعة» بين الإنسان والقرد؟

ـ التعبير خاطىء وغير دقيق، لأنه يفترض وجود حلقة وصل بين إنسان اليوم وقرد اليوم. إن ما نبحث عنه هو السلف المشترك للبشر وبالتالي للقردة الكبيرة الإفريقية، نقطة التشعب التي فصلت الجذرين اللذين قاد أحدهما باتجاه الشمبانزي والغوريلا وغيرها، وثانيهما باتجاه الأوسترالوبيتيكوس ثم نحو الإنسان. والمسألة كلها ترتبط بتاريخ هذا التباعد.

ـ وما هو التاريخ المتفق عليه اليوم؟

ـ كان البيولوجيون يتحدثون عن 5 ملايين سنة، في حين كان علماء الأحافير يرجعون إلى 15 مليون سنة. وقد توصلنا إلى الاتفاق على 7 ملايين سنة. وهو تاريخ بات الجميع يقبل به تقريباً. فمع ترك الرامابيتيكوس قدّمنا تاريخ الانقطاع الكبير واستبعدنا الأورانغ ـ أوتان من فرعنا. وطالما أن الشمبانزي والبشر متقاربون كثيراً جينياً فإن التفسير المنطقي هو أنه كان لهما سلف مشترك. وقد استبعدنا في الوقت نفسه فكرة أصل آسيوي للإنسان. فسليلو القردة الكبيرة التي بقيت في إفريقيا هم الذين سيؤدون إلى ولادة أسلاف الإنسان.

السافانا البدئية

ـ وكيف تمت العودة في النهاية باتجاه إفريقيا؟

ـ كان داروين هو الذي أوحى بفكرة أن إفريقيا يمكن أن تشكل مهد الإنسانية، وتلاه في هذه الفكرة تيلار دو شاردان. وكان هذا الأخير، بعد أن أمضى حياته كلها يعمل في أوروبا ثم في آسيا، قد أعلن وهو عائد من بعثة قام بها إلى إفريقيا قبل موته تماماً: «هناك يجب البحث بالتأكيد، إننا اغبياء لأننا لـم نفكر بذلك قبل الآن!» ثم جاء اكتشاف لويس ليكي[41] Leakey في تنزانيا عام 1959 لجمجمة كاملة ليثبت هذا الحدس: فحساب عمر هذه الجمجمة الذي تم بقياس التحلّل الطبيعي لبعض النظائر غير المستقرة خلق صدمة بين العلماء إذ كان يرجع إلى 1.75 مليون سنة. ولـم يشأ أحد منهم في البداية قبول هذا العمر.

ـ دائماً هذه العجرفة التي لا تريد أن يكون الانسان بهذا القدم؟

ـ أجل. في تلك الفترة كنا نعرف معظم أسلاف الإنسان، لكن كنا نسيء تقدير عمرها وحالتها (كان الأوسترالوبيتيكوس قد اكتُشف عام 1924، إنما اعتُبر لفترة طويلة «قريباً للشمبانزي»). وكان يُعتقد أن ظهور أول سلف حديث نسبياً، ويرجع إلى 800000 سنة على الأكثر. ومع طرق التأريخ الجديدة بواسطة النظائر المشّعة والحصاد المدهش من الأحافير الذي جاء لاحقاً، كان لا بد للعلماء من إرجاع هذا التاريخ إلى فترة أقدم.

ـ واتجهت كافة الإنظار إذن نحو إفريقيا.

ـ نعم. فكل سنة باتت تشهد مذاك بعثة دولية إلى كينيا وتنزانيا وإثيوبيا، في مواقع باتت مشهورة اليوم: بحيرة تركانا Turkana، وأولدُفي Olduvai، ووادي الأومو l'Omo... لقد جمعت المحصّلة، فتبين أننا جمعنا 000 250 أحفور، بينها 2000 عظم بشري وشبه بشري، وتاريخ معظمها يرجع إلى ما بين 2 و 3 مليون سنة. إنه حصاد وفير سمح لنا بإعادة بناء نسبنا.

ـ واصبحنا متاكدين من الآن فصاعداً، ان الإنسان ولد في إفريقيا؟

ـ لا يمكن للعلم أبداً أن يكون «يقينياً». لكن كافة الاكتشافات تتلاقى باتجاه هذه النتيجة. يكفي أن نستعرض بسرعة مختلف المواقع التي اكتشفنا فيها الاحافير المعروفة كأسلاف للإنسان. فالأحافير التي يبلغ عمرها 7 ملايين سنة

لـم تُكتشف إلا في كينيا. وكذلك الحال بالنسبة للتي عمرها 6 ملايين ثم 5 ملايين سنة. واكتشفت أحافير ترجع إلى 4 ملايين سنة في كينيا وتنزانيا وإثيوبيا. والأحافير التي عمرها 3 ملايين سنة في كينيا وإثيوبيا وتنزانيا وجنوب إفريقيا وتشاد، والتي عمرها 2 مليون سنة في المناطق نفسها مع إضافة بضعة حجارة منحوتة في أوروبا وآسيا... أما التي عمرها مليون سنة فتنتشر هذه المرة على كامل إفريقيا وآسيا وأوروبا. ونقترب بعد ذلك من أستراليا وأميركا. فإذا وصلنا كافة هذه الخرائط ضمن الترتيب الزمني ومررناها بحيث تحل الواحدة مكان الأخرى، سنكتشف تاريخ الإعمار الإنساني ونكون مجبرين على استنتاج ما يلي: لقد انطلق الإنسان من بؤرة إفريقية صغيرة، وانتشر ببطء في إفريقيا، ثم في العالـم كله، مع ولوج طفيف الآن إلى المجموعة الشمسية.

الجدّ المتعذّر اكتشافه

- إفريقيا إذن منذ نحو 7 ملايين سنة. ها نحن نمسك بوحدة مكانية وزمانية. هل نعرف الآن الشخص الذي كان يتطور في هذا المشهد البدئي، جدّنا الأول؟

- من الصعب تحديده بدقة. فمنذ نحو عشرين سنة، كنا نعتقد أننا وجدنا السلف مع كل اكتشاف جديد يرجع إلى هذه الفترة. السيڤابيثيكوس Sivapithecus والكينيابيثيكوس والأورانوبيثيكوس Ouranopithecus والقرد العملاق Gigantopithecus وغيرها من أوريوبيثيكوس Oreopithecus وأوتافيبتيكوس Otavipithecus. لقد لعبت كافة هذه الأنواع المكتشفة، كل بدوره، دور السلف هذا. إن السلف المشترك للقردة والبشر هو أحدها.

- حسنا. ولكن أيها؟

- لا نعرف ذلك. إن إنسان كينيا (15 مليون سنة) الذي اكتشفه لويس ليكي هو أحد أبناء عمه على الأقل، إذا لـم يكن هو السلف المشترك. وتبدي جمجمته دلائل على التكيف مع السافانا: أنياب متراجعة، وأضراس أكبر وذات مينا أثخن وبَرْيٍ تفاضلي، مما يشير إلى أن فترة الطفولة عنده كانت قد طالت.

- انتظر! كيف يمكن لمينا الأسنان أن يعطي معلومات حول طفولة الفرد؟

- إن البَرْي التراجعي أو التفاضلي لمينا الأسنان المتتالية يظهر وجود فترة

أطول لبروز الأسنان. فإذا كانت الأسنان تنمو متأخرة، فهذا يعني إن فترة البلوغ تأتي هي أيضاً متأخرة، مما يشير إلى أن الطفل أمضى مزيداً من الوقت برفقة أمه. والدليل على ذلك أن أسناننا تستغرق لتنمو ثلاثة أضعاف الوقت الذي تستغرقه عند الشمبانزي. إن فترة الحضانة هي أيضاً فترة التربية والتعليم. وكلما كانت الطفولة أطول كان النوع أكثر «تعلّماً». وقد كشفنا عن تطور من هذا النمط عند هؤلاء الكينيابيتيكوس.

ـ ما الذي نعرفه حول هذا الحيوان النادر؟

ـ إنه قرد كبير من ذوات الأربع المتسلّقي الأشجار، مزود بطرفين علويين قويي المفاصل، وينتصب من وقت لآخر، وهو يملك دماغاً أكبر من دماغ أسلافه (300 سم^3)، ووجهاً مصغراً قليلاً. وهو بالتأكيد لـم يعد يملك ذيلاً منذ زمن بعيد. إنه يسكن السافانا حيناً، والغابة حيناً آخر، وهو لا يستهلك الثمار فقط، بل وأيضاً الدَرَنات والجذامير، الأمر الذي تكشفه ثخانة مينا أسنانه، إذ إن أكل الجذور بدلاً من الثمار يتطلب استخداماً أكثر للأسنان. وكان يعيش بالتأكيد بشكل اجتماعي.

فوائد الجفاف

ـ ماذا حصل بعد ذلك؟

ـ كان هذا السلف يعيش منذ 7 ملايين سنة في الغابة الكثيفة التي تغطي الأرض الإفريقية كلها، عندما طرأ حادث جيولوجي: فوادي ريفت Rift انخسف، وصعدت بعض أطرافه لتشكل شيئاً فشيئاً جداراً حقيقياً. وكان هذا الإنهدام هائلاً، فقد شق إفريقيا الشرقية كلها حتى البحر الأحمر والأردن وانتهى في البحر المتوسط؛ وبلغ طوله الكلي 6000 كيلومتر، وبلغ عمقه أكثر من 4000 متر في بحيرة طنجنيقيا Tanganyika. لقد قال لي يوماً أحد رواد الفضاء الأميركيين إن الفج الهائل الذي يقطع الأرض يُرى حتى من القمر. هذا مدهش، أليس كذلك؟

ـ فعلاً. وما هي نتائج هذا التغير؟

ـ لقد انقلب المناخ في المنطقة، فاستمرت الأمطار تهطل في الغرب، وراحت تتناقص شيئاً فشيئاً في الشرق الواقع تحت ظل هذا الجدار (الرونزوري Ruwenzori). ويثبت ذلك في هذه الجهة علماء النبات القديم. فالغابة بدأت تتراجع،

والنبات راح يتغير. ويمكننا أن نرى اليوم مثلاً ظاهرة مماثلة، بشكل مصغر، في جزيرة ريونيون La Reunion حيث تفصل الجبال الشرق عن الغرب؛ فالمطر يهطل كثيراً في أحد الجانبين في حين أن الطرف الثاني جاف. وتكون الزراعات مختلفة جداً بينهما.

- وبالتالي فقد وجد أسلافنا أنفسهم منقسمين إلى جماعتين.

- نعم. فالذين ظلوا غرب الشقّ تابعوا حياتهم الشجرية، لكن الذين وجدوا أنفسهم معزولين في الشرق واجهوا السافانا، ثم السهوب. وقد أمكن لهذا التقسيم إلى بيئتين أن يحرّض عبر الأجيال تطورين مختلفين: فأجيال الغرب أعطت القردة الحاليين، الغوريلا والشمبانزي. وأعطت أجيال الشرق أشباه الانسان ثم الانسان.

- على ماذا تؤسّسون هذه الفرضية؟

- إن البقايا البشرية وشبه البشرية التي يقارب عددها الألفين، والتي جمعناها على مدى السنين، اكتُشفت كلها شرق وادي ريفت! ولم يُكتشف في هذا الجانب عظم واحد لسلف الشمبانزي أو لسلف الغوريلا. والحق إننا لم نجد بعد في غرب الوادي آثار أشباه القردة، التي ستكون مماثلة لأشباه البشريات في الشرق، وهو أمر سيدعم النظرية لو حصل. وهي نظرية معقولة مع ذلك. وبالتالي، كانت هذه المنطقة الصغيرة من إفريقيا الشرقية، والتي تشبه حز البرتقال، هي التي أعطت الدفع الجديد لتطور الرئيسيّات باتجاه الإنسان.

- مهدنا... فنحن ولدنا من الجفاف بشكل من الأشكال؟

- بالضبط. فكل ما يميزنا، وضعية الوقوف، وغذاؤنا المتنوّع، ونموّ دماغنا، واختراع أدواتنا، ذلك كله نتج عن تكيّف مع وسط أكثر جفافاً. إنها الآلية التقليدية للانتقاء الطبيعي: فمجموعة صغيرة من الأسلاف، والتي تملك جينياً مواصفات تشكل مزايا من أجل استمرار أفضل في هذه البيئة الجديدة، تصبح شيئاً فشيئاً هي الأغلبية في الجماعة، طالما أنها تعيش أكثر من الآخرين ولها سلالة تحمل هذه المواصفات نفسها بوضوح أكبر وتكون أكثر عدداً.

القرد واقفاً

ـ ما هي هذه الميزات؟

ـ إننا لا نعرفها. ربما النمو المختلف للحوض، الذي سمح لهم بالانتصاب بسهولة أكبر وبالتالي أن يروا بشكل أفضل طرائدهم وقنّاصيهم، وأن يهاجموا ويدافعوا، وينقلوا الغذاء لأطفالهم... هل كانت وضعية الوقوف هي سبب هذا التطور أم نتيجته؟ على أية حال، فإن الذين امتلكوا هذه الأفضلية الجينية هم الذين تفوّقوا عبر الأجيال. والحق إن على الكائن أن يكون قوياً جداً في أساسه لينجو بجلده في مثل هذا الوسط.

ـ وما الذي حرّضهم على اعتماد وضعية الانتصاب بشكل نهائي؟

ـ كان بعض الأفراد يملكون، بسبب الطفرة الجينية، حوضاً أعرض وأقل ارتفاعاً كان يزعجهم إذا أرادوا البقاء على أربع. وأصبح هذا «العائق» في الوسط الجديد ميزة. وفرض نفسه على مرّ الأجيال.

ـ أهذه فرضية؟

ـ بالتأكيد. مَن ذا الذي يستطيع أن يعرفَ حقاً؟ عندما نراقب الشمبانزي نراها تقف في ثلاثة أنماط من الوضعيات: لكي ترى بعيداً أكثر، ولكي تدافع أو تهاجم ـ لأن الوقوف يحرر لها يديها ويسمح لها بقذف الحصى ـ وأخيراً لكي تحمل الغذاء والصغار. ويمكننا أن نتخيل أن أسلافنا فقدوا شعرهم في ذلك الوقت ليسهل تنفسّهم بسبب الجفاف، ولأن الأمهات كنّ بحاجة للإمساك بأطفالهن من أجل حملهم (في حين أن الصغار عند القردة يتمسكون وحدهم بأمهاتهم وقد تعلقوا بوبرها وشعرها). يمكننا أن نفكر أيضاً أنه بالوقوف في هذا المشهد المكشوف كانوا يتعرضون بدرجة أقل للشمس ويقلصون التنفس بالتالي.

ـ أياً كان السبب، فنحن على يقين إذن من أنهم اعتمدوا هذه الوضعية بشكل نهائي؟

ـ أجل. إن دراسة الآثار الداخلية للجماجم الأحفورية يعطينا المؤشرات نفسها، فتلافيف الدماغ أقل انطباعاً في الأعلى منها على الجانبين، وهو أمر منطقي لأنه إذا كان الجسم منتصباً فإن الجزء الأعلى من الدماغ لن يرتكز بعد ذلك على العظام وسيترك بالتالي آثاراً أقل.

ـ وهذا الكائن الذي انتصب عندها سيولّد نوعاً جديداً...

ـ بالأحرى سيولّد فيضاً من الأنواع الجديدة، وهي ليست أنواعاً من البشر تماماً، وترجع أقدم أحافيرها إلى 7 ملايين سنة: إنهم الأوسترالوبيتيكوس، أو إذا كنا نفضل، أسلاف الانسان.

المشهد 2

أسلافنا ينظمون أنفسهم

لـم يصبحوا بشراً بعد، بل أقرب للقردة حقاً، إنما منتصبين على قائمتيهم الخلفيتين. هكذا كان أسلافنا الأوائل يتأملون العالـم من عل. كانوا يتبادلون كلمات الحب ويأكلون الحلزونات.

أوسترالوبيتيكوس يحجلون

ـ كان أسلاف البشر قد باشروا العمل منذ ثمانية ملايين سنة في إفريقيا الشرقية. فقد انفصلوا عن عالـم القردة الكبيرة. بماذا يتميّزون عن الأنواع التي سبقتهم؟

ـ كانوا منتصبين وظلوا كذلك. إنها ثورة حقيقية. يدل على ذلك حوضهم، وطرفاهم العلويان الأقصران، وأضلاعهم، وحتى جمجمتهم المرتكزة بشكل مختلف على العمود الفقري... إن تشكّل هيكلهم العظمي كله يكشف عن وضع الانتصاب. إضافة إلى ذلك فقد اكتُشفت في تنزانيا آثار طبعات خطواتهم متحجرة في بلاطة بركانية، وهي عبارة عن آثار كائن منتصب عمره 3.5 ملايين سنة. وقد لاحظ الباحثون الإنكليز الذين كشفوا عنها أنها كانت متصالبة، كما لو كان هذا الكائن متردداً.

ـ وماذا استنتجوا من ذلك؟

ـ ربما كان الأمر يتعلق بإثنين من الأوسترالوبيتيكوس كان يحجلان، أو أن استهلاك الكحول، كما أضاف فرنسيون فكهون، كان أقدم ربما مما كان يُعتقد...

ترى هل كانت البلاطة زلقة في ذلك العصر؟ لحسن الحظ إنه وُجدت فيما بعد وفي الموقع نفسه آثار خطوات فردٍ بالغ وطفل كانت هذه المرة منتظمة تماماً.

ـ الشرف مصان إذن! كم عدد أنواع الاوسترالوبيتيكوس؟

ـ لقد ساد الاعتقاد لفترة طويلة أنه لا يوجد سوى نوع واحد منها. وفي الحقيقة فإن عالمها أعقد من ذلك بكثير. فقد شهدت إفريقيا بين 8 ملايين سنة و1 مليون سنة فيضاً حقيقياً من الانواع. وثمة مجموعات معينة بينها ستتطوّر لتعطي البشر الأوائل، لكن الأنواع لم تنفك تُطور مع ذلك سلالتها التقليدية. وهكذا كان الخطان يتعاصران أحياناً، ولم يكن من النادر أن يكون سلف أحدهما هو ابن عمه في الوقت نفسه.

ـ وهل يتوصل العلماء إلى تمييز هذه الأنواع في مثل هذا الفيض؟

ـ أجل، أجل، وبالتأكيد، لقد بدأ كل شيء بشكل طبيعي عبر أنواع قديمة تسمى موتوبيتيكوس motopithecus وارديبيتيكوس ardipithecus... وهي لم تستمر إلى ما بعد 4 ملايين سنة، ثم جاء دور الأوسترالوبيتكوس australopithecus بين 4 و 1 مليون سنة. ويجب الا ننسى أن هذا العالم كله كان يحيا في إفريقيا الشرقية، وهي منطقة كبيرة مقسّمة إلى أحواض، الأمر الذي بيسّر تنوع الأنواع. فنجد مثلاً أوسترالوبيتيكوس يُسمى أَنَمَنْسيس anamensis في منطقة بحيرة تركانا Turkana، وهو الأكثر انكشافاً، وبخاصة الأفارنسيس afarensis في حوض الافار Afar وهو أكثر شجراً.

ـ وهل لا تزال تُكتشف أنواع جديدة اليوم؟

ـ نعم، لكن الحصاد متواضع، إذ إن أحواض الرسوبيات التي ترجع إلى ما بين 4 و 8 ملايين سنة، وهي فترة أساسية من أجل فهم ظهور البشريات، هي أحواض نادرة وليست كبيرة الحجم، فنحن نملك إذن القليل من الأحافير، ولكن حتى لو كنا لا نعرف بدقة كبيرة كيف تشتق هذه الأنواع من بعضها بعضاً، فإنها تسمح لنا مع ذلك بتحديد الأنساب الكبرى.

ـ ماذا يشبه أسلاف البشر؟

ـ كانت أكثر الأحافير التي خضعت للدراسة كما تعلم هي عظام لوسي Lucy، وهي انثى فتية عاشت منذ نحو 3 ملايين سنة، وهي الهيكل العظمي الأكمل، أو على الأقل الأقل نقصاً، الذي اكتُشف حتى الآن.

ركبة لوسي

ـ لوسي هذه، أو لوسي خاصتكم إن صح التعبير، طالما أنكم أحد مكتشفيها، هل صحيح أن فرقة مغنّي البيتلز Beatles هي التي أطلقت عليها اسمها؟

ـ هذا صحيح. فعندما اكتشفناها عام 1974 في منطقة آفار في أثيوبيا، كنا نستمع كثيراً إلى شريط غنائي، من بين كاسيتات أخرى، يحتوي على أغنية البيتلز «لوسي في السماء مع الماس». أما الإثيوبيون فقد فضلوا تسميتها بيركينش Birkinesh، أي «شخص قيّم».

ـ وهي قيّمة فعلاً، ليس فقط بسبب شهرتها، بل وأيضاً لأنها علمتنا، أليس كذلك؟

ـ نعم. فقد دُرست قطعة قطعة. وخُصِّصت أطروحات كثيرة لذراعها ومرفقها ولوحها وركبتها...

ـ وماذا تشبه؟

ـ إن طولها لا يزيد عن متر واحد. وهي مَحنيّة بدرجة طفيفة، ولها طرفان علويان أطول بقليل من طرفينا بالنسبة للطرفين السفليين، ورأس صغير، ويدان قادرتان على إمساك الأشياء، بل وأيضاً الأغصان. فقد كانت منتصبة، لكنها لا تزال تتسلق الأشجار.

ـ فهي تمشي إذن مثلنا؟

ـ ليس تماماً، فبمقارنة أنماط مختلفة من المشي ـ مشي البشر والأطفال والشمبانزي الحاليين ـ استنتج العلماء أن المشي تطور عبر الزمن: فخطوة لوسي كان يجب أن تكون أقصر من خطوتنا، وسريعة وخبّابة وربما متموجة... بل وقد تم حتى إعادة تشكيل حالة ولادة، وذلك بدراسة الحجم المحتمل للجنين وذلك وفقاً لقياس حوضها. ويبدو أن حركة أطفال لوسي عند الولادة، إذا كانت قد أنجبت، كانت مشابهة جداً لحركة مولودي البشر الجدد اليوم، وليس لحركة مواليد القردة.

ـ ماذا نعرف أيضاً عن لوسي؟

ـ على الرغم من انتصابها فإنها مع ذلك تتسلق الأشجار، كما يبين ذلك بعض مفاصلها: فالمرفق والكتف يُظهران إحكاماً أصلب مما هو لدينا، يعمل كوضع أمان

عندما تنتقل من غصن إلى آخر، والسلاميات[42] مستديرة قليلاً، وتملك الركبة على العكس سعة دوران كبيرة، وهي كفاءات نموذجية للمتسلّق الذي يضبط قفزاته في الفضاء. وهي تعيش في مجتمع، كما أنها نباتية مثل كافة الرئيسيات؛ فثخانة مينا أسنانها تشير إلى أنها كانت تأكل الثمار، بل وأيضاً الدَرَنات. ويدل بَرْي أسنانها على أنها ماتت كما يبدو في العشرين من العمر، غرقاً على الأرجح، أو لابتلاع تمساح لها، طالما أنها وجدت في وسط بُحَيْرَي.

ـ الجدّة المسكينة.

ـ لا تتكّدرن. فهي ليست على الأرجح جدتنا المباشرة، إنما بالأحرى فرع مشتق عنها، إذ إن مواصفاتها الجسدية قديمة. ففي العصر نفسه، كان لنوعي الأوسترالوبيتيكوس انمنسيس أو أفريكانوس في جنوب إفريقيا ركبة أكثر بشرية على سبيل المثال. فربما تطورّت أنواع أشباه البشريات بشكل متزامن. فإذا كان لنوعين صفات متشابهة فهذا لا يعني أنهما ينتميان إلى التسلسل النَسَبي نفسه. لنقارن الأسماك والثدييّات البحرية؛ إنها تتشابه، ومع ذلك فهي حيوانات مختلفة كلياً: فأسلاف الثدييات البحرية هي من ذوات الأربع الأرضية والتي عادت إلى الماء.

تحرير الأيدي

ـ فنحن لا نعرف إذن سلفنا الأوسترالوبيتيكوس الحقيقي.

ـ لا. ومن جهتي فإنني أميل قليلاً إلى الانمنسيس. فله العمر المناسب، ويساوي 4 ملايين سنة، وله طرفان سفليان وطرفان علويان حديثة التشكل عملياً، مما يجعله منتصباً مثلنا، بعكس لوسي التي كانت لا تزال تحفظ بعض الصفات الشجرية. ثم ظهرت أنواع جديدة من الأوسترالوبيتيكوس، هي الشديدة أو الضلعاء robustes.

ـ وماذا لديها أكثر من الآخرين؟

ـ إنها قادرة على المشي بشكل أفضل من سابقيها بفضل طرفيها السفليين

الأشد قوة. أما دماغها فبقي متواضعاً، فلم يتجاوز حجمه 500 سم ^{3} لكنه كان مروياً بشكل أفضل. وقد تغيّرت أسنانها وأضراسها وسمحت لهذه الأنواع بأن تعلك وتمضغ جيداً، بل وحتى أن تطحن، إذ إنه بسبب نقص عدد الشجيرات وبالتالي ثمارها أصبح الغذاء أكثر قساوة وأكثر أليافاً. إضافة إلى ذلك، سمح حصاد الأحافير في وادي الأومو Omo في إثيوبيا باكتشاف كمية كبيرة من الحجارة المنحوتة إلى جانب بقايا الأوسترالوبيتيكوس التي ترجع أحياناً إلى أكثر من ثلاثة ملايين سنة.

ـ هل كان الأوسترالوبيتيكوس إذن يستعملون الأدوات منذ ذلك الحين؟

ـ نعم. لا زلنا نجد حتى الآن صعوبات كثيرة في قبول هذه الفكرة، لكن يبدو جلياً أنهم كانوا الأوائل في ذلك. وتبين الآثار التي وُجدت على هذه الحجارة الصغيرة أنها كانت تُستخدم لتقشير الجذور أو الدرنات، وليس لتقطيع اللحم أو لكشط العظام. ومن المحتمل أن يكون عدد من الأوسترالوبيتيكوس من عائلة لوسي قد استخدمها. وهذا يعني أن كائنات لم يكن لديها بعد حرية اليدين الكاملة هي التي صنَّعت أولى الأدوات.

الدماغ المستأجر

ـ كان أندريه لوروا ـ غوران [43] André Leroi-Gourhan قد اقترح سيناريو مغرياً: فبعد أن اكتشف الأداة احتاج شبه الانسان إلى تحرير يديه واتخاذ وضعية الوقوف. وبذلك أمكن لجمجمته أن تنمو، فنما دماغه بالمثل.

ـ هذا محتمل تماماً. فالسمكة لم يكن لديها مشاكل في حمل رأسها طالما أنه كان يشكل جزءاً من بقية جسمها. أما الكائن الأرضي الذي يدبّ على أربع، فما أن بدأ يطوّر الرئتين ويزحف على الأرض حتى بدأ يواجه المشاكل في حمل رأسه الذي أخذ يستقل أكثر فأكثر عن الجسم. وزادت المشاكل بالأحرى عندما أصبح منتصباً على قدمين. إن وضعية الوقوف تحرر الرأس وتسمح في الوقت نفسه بزيادة حجم الجمجمة، فلا يكون على الدماغ بالتالي سوى احتلال المكان المتوفّر، كمستأجر جيد.

ـ وهكذا أصبح بإمكانه تدشين كفاءات جديدة؟

ـ نعم. ومن الممكن أيضاً أن تضخّم الدماغ أدى بدوره إلى تقصير زمن الحمل: فموعد الولادة يجب أن يصبح أبكر مع إزدياد حجم دماغ الجنين، الأمر الذي يسمح بمتابعة النمو الدماغي بعد الولادة. ويبدو جلياً أن وضع الطفل، الذي يظهر برأسه وليس بمؤخرته، ناجم هو أيضاً عن وضعية الوقوف. وثمة نتيجة أكيدة أخرى: فبوقوفه استخدم الأوسترالوبيتيكوس أكثر فأكثر يديه واستطاع تحسين أدواته.

ـ ومع ذلك فإن القردة تستخدم الاداة...

ـ هذا صحيح، فذلك ليس خاصاً بالبشر ولا بأسلاف البشر. فالقردة تعرف مثلاً نزع الأوارق عن الأغصان لتستخدمها في صيد الأرضة أو دودة الخشب، أو استخدام الحصى لتكسير الجوز. لكن تصنيع أداة بواسطة أداة أخرى يُعدّ كما يظهر مرحلة أعلى لـم تصل إليها القردة.

ـ هل كان أوسترالوبيتيكوس هذه المرحلة يتواصلون فيما بينهم؟

ـ من المرجّح أنه كان لديهم الكثير من الأشياء لقولها فيما بينهم، لكنهم كانوا يفعلون ذلك بالإيماء أو الإشارات أو الأصوات المعدَّلة، إذ لـم تكن لديهم الإمكانية الآلية للتكلم بطريقة واضحة وتفصيلية صوتياً. ولنا مثال على ذلك في الشمبانزي: فقد حاول العلماء لفترة طويلة جعله يلفظ بعض الكلمات، حتى أدركوا في النهاية أن حنكه القليل العمق وموضع حنجرته كانا يمنعانه من النطق. وعندما خطرت للعلماء فكرة تعليمه لغة الصمّ والبكم تبين لهم أنه لـم يكن عاجزاً عن تسجيل مئات المفاهيم بل وربطها ببعضها أيضاً. وما هو أكيد هو أن استخدام اللغة تعمّم فعلاً مع ذلك الفرد الآخر الذي ظهر منذ نحو ثلاثة ملايين سنة، وكان أطول وأكثر استقامة وأقل تسلقاً للأشجار من أسلاف البشر، ومزوداً بدماغ أكثر تطورًا وأغزر بالأوعية من أدمغة سابقيه. إنه الإنسان.

كائن إنتهازي

ـ وهل تعايش الأوسترالوبيتيكوس معه؟

ـ لقد تعايش النوعان مدة مليون سنة، إذا لـم نقل مليونين! لـم يشغلا الأماكن نفسها، لكنهما كانا يلتقيان من وقت لآخر.

ـ وكان ذلك يؤدي إلى تزاحمهما بالتأكيد.

ـ لماذا؟ إني أعرف كم نحب إلباس الماضي صوراً درامية. أنظر إلى هذا الكمّ من تمثيلات ما قبل التاريخ حيث نرى أسلافنا المساكين مروِّعين، وضائعين في مشهد خلفيته مزخرفة بالبراكين والحرائق، وهاربين أمام حيوان بري مخيف أو أمام أوسترالوبيتيكوس ضخام مسلحين بهراوات. أو بالعكس حيث نجد البشر الأولين، المتمدنين فجأة بدرجة كبيرة، يتربصون للهجوم على مسوخ مُشعِرة مرعبة...

ـ ألا يتوافق الواقع مع هذه الصور؟

ـ لا أعتقد ذلك. الحق إن البشر يستطيعون بدماغهم إعداد استراتيجيات وعمليات مدبرة ضد الأوسترالوبيتيكوس من أجل أكلهم. فمن الممكن أن تكون قد حصلت «معارك» لكنها لـم تكن أبداً «مدبّرة»، وكانت محدودة بالتأكيد بحيث أن الجنسين تعايشا. يكفي أن نرى في أيامنا أفراداً من المازاي Masai في باطن فوّهة بركان النغورونغورو[44] N'Gorongoro، يمرون وسط الأسود والكركدنات والجواميس، وكافة الدواب غير اللطيفة بطبعها، لكي نفهم أننا نستطيع أن نحيا في سلام يقظ، أي في توازن مع محيطنا. لكن هذا لا يمنع أن يتم ابتلاع أحدها من وقت إلى آخر... ولنقل إن أحد البشر كان أحياناً يصيد ويأكل طفلاً من الأوسترالوبيتيكوس، وذلك ليس سيئاً وهو أكثر طراوة من البالغ.

ـ ما هذا الكلام! هل هو جدّي؟

ـ تماماً. فالبشر الصغار يأكلون كل شيء. فكل «طريدة» تمرّ بمتناولهم يمكن تناولها. بناء عليه يمكننا تفسير اختفاء الأوسترالوبيتيكوس من خلال إبادة جماعية.

ـ وكيف إذن؟

ـ بواسطة الآليات التقليدية للانتقاء الطبيعي. فمنذ نحو مليون سنة، وفي وسط كان يستمر أكثر فأكثر بالجفاف ويصبح أكثر برودة بقليل، كان الأوسترالوبيتيكوس يصبح أقل فأقل تكيفاً، وأكثر فأكثر قابلية للإنجراح.

ـ فدَخل في منافسة مع البشر.

ـ نعم، لكن ذلك لـم يقتض العنف. لقد اختفى المحار المسطّح تحت ضغط المحار

المسمى بالبرتغالي. وللعلم لـم يكن ثمة مشاجرات بينهما! فالبرتغالية تكيّفت ببساطة بشكل رائع وسط المحار المسطّح وتكاثرت.

ـ إن الأوسترالوبيتيكوس قريبون جداً من البشر بطريقة ما.

ـ أجل. وهم بعكس البشر، لـم يستطيعوا تجاوز «عشهم» البيئي، ولهذا ظلوا متشيّعين لوسطهم. وعندها أصبح نوعهم أقل خصوبة، وانقرضوا بعد عدة مئات من آلاف السنين. وفرض الإنسان نفسه: فهو أكبر حجماً، وأكثر انتصاباً، ويتغذى بكل شيء، ويأكل اللحم، وهو انتهازي جداً وقد أصبح مجهزاً أكثر فأكثر بالأدوات.

جمهرة الهومو

ـ منذ ثلاثة ملايين سنة كان المشهد يحتوي إذن في الوقت نفسه على أسلاف بشر قدماء يمشون قفزاً، وأوسترالوبيتيكوس أكثر صلابة يمشون على القائمتين الخلفيتين، وأوائل ممثلي النوع الإنساني الذي بدأوا الصيد. ذلك يشكل أعداداً كبيرة!

ـ بلى، فثمة عالمان يلتقيان: عالـم أسلاف البشر الذي سينقرض وعالـم البشر الوليد حديثاً. وكانت قد جرت العادة على تصنيف هؤلاء الأخيرين من جنس Homo في أشكال ثلاثة: هابيليس habilis ـ أي الماهر، وإركتوس erectus أي المنتصب، وسابيان sapiens أي العارف. غير أنه اكتُشفت حديثاً أنواع أخرى مثل هومو رودولفنسيس Homo rudolfensis وهومو إرغستر Homo ergaster.

ـ ولماذا هذه الكثرة في الأنواع؟

ـ إنها دون شك نتيجة دفق أنواع الأوسترالوبيتيكوس التي كانت هي أسلافها. وإنه لمن الصعب جداً إقامة رابطة بين كافة هذه المجموعات، كما أنه ليس من المؤكد أنها تمثل أنواعاً فعلاً. لقد تطور جنس هومو Homo بطريقة منتظمة جداً إلى حد أن أنواع الهابيليس والإركتوس والسابيان ليست بالنسبة لي سوى مراحل للنوع نفسه.

ـ هل يجب التحدث إذن ببساطة عن الإنسان بصيغة المفرد؟

ـ نعم، فالأمر يتعلق بالنوع الإنساني.

ـ وما الذي يميّزه؟

ـ قدماه! إنها إحدى آخر مكتسبات الإنسانية: قدم دقيقة تماماً خاصة

بالإنسان، فرضت نفسها بسبب الانتصاب، وتتميز بأصابع متوازية. وهو يملك أيضاً طرفين علويين أقل صلابة من طرفي أسلافه، ويملك على العكس طرفين سفليين أكثر استقراراً، لأنه لـم يعد يتسلق الأشجار كثيراً. كذلك فإن فكّه أصبح أكثر استدارة، مع أنياب وقواطع أكثر نمواً بالنسبة لطواحن أقل حجماً مما هي عند الأوسترالوبيتيكوس، وذلك بسبب غذائه المتنوع؛ وبالتأكيد، فإن لهذا الإنسان دماغاً أكبر بكثير ومزود بتلافيف معقدة.

- هل هو مُشعِر؟

- لـم يعد كذلك دون شك.

- وأسود اللون؟

- كيف نعرف ذلك؟ إنما ملون على الأرجح طالما أنه يعيش في بلاد مكشوفة حيث فترات التشميس طويلة. وفي كل الأحوال، فقد حصلت منذ 2.5 مليون سنة، ونعرف ذلك من خلال دراسات الحيوانات والنباتات، أزمة مناخية كبيرة جداً تميزت بتصحر فجائي كبير.

- شيء ما مماثل لانفصال وادي الريفت Rift الذي خلق الأوسترالوبيتيكوس؟

- نعم، وهو سيؤدي إلى انقلابات وتغيّرات واسعة. فالحيوانات والنباتات تغيرت. واختفت الأشجار لصالح النجيليات[45]، وانقرض عدد من الأنواع الحيوانية. وهكذا فإن الأوسترالوبيتيكوس الضخام، الذي يملكون دماغاً صغيراً، إنما جسماً كبيراً وفكاً قوياً، سيرتدّون إلى النباتات ذات الألياف القاسية، وإلى الدرنات والثمار ذات القشرة الصلبة. أما البشر، بدماغهم الأكثر تطوراً وأضراسهم الضيقة والطويلة، فقد تغذوا على كل شيء، ويمكن القول إن غذاءهم خليط من النباتات واللحوم. ومن جهة أخرى فلا شك أن الأوسترالوبيتيكوس والبشر هم نفسهم نتاج للانتقاء الذي حرضته هذه الأزمة المناخية.

جفاف الحبّ

ـ ماذا كان يأكل هؤلاء الآكلين لكل شيء؟

ـ كانوا يأكلون الضفادع والثمار والحبوب والدرنات والفِيَلة على حد سواء! وتُبين عظام الغذاء التي تركوها لنا أن وجباتهم كانت متنوعة جداً. فبفضل أسنانهم القوية كانوا يستطيعون تكسير الحبوب والثمار ذات القشرة الصلبة. وكما تبين بعض جماجم الحيوانات التي تحمل آثار حجارة رميت عليها، فإن هؤلاء كانوا منذ ذلك الحين صيادين حقيقيين: فكانوا يصيدون الغزلان والحرباء. وفرس النهر والحلزون على حد سواء. إن على الذين يسخرون من عادات الفرنسيين الغذائية أن يعلموا أن أسلافهم كانوا قبلهم أكلة ضفادع وحلزونات. إن الإنسان هو حقاً كائن يأكل كل شيء. إنه انتهازي جداً كما سبق وقلت.

ـ عقلية جيدة...

ـ إنه يجلب مع ذلك طريدته إلى بعض الأماكن الخاصة، مما يشير إلى أنه يحملها إلى أقرانه. وهذا حدثٌ بذاته. فالقردة الكبيرة تأكل بنفسها فرائسها أو تسرقها من بعضها بعضاً. وللمرة الأولى يتقاسم هذا الكائن طريدته، فهو يشارك إذن في شكل تنظيم اجتماعي. ومنذ نحو مليوني سنة حاول أيضاً بناء ملاجىء بدائية، وهي عبارة عن حاميات دائرية أو هلالية الشكل اكتشفت آثار بعضها.

ـ وهل كانوا يتخاطبون؟

ـ لقد تُرجم التأقلم مع الجفاف عنده بتعديل للفتحتين التنفسيتين، وبالتالي بتراجع الحنجرة. إن الإنسان هو الفقاري الوحيد الذي يملك حنجرة في وضعية منخفضة. ويسمح ذلك مع وجود الحبال الصوتية بتشكل نوع من حجرة رنّانة بين هذه الأخيرة والفم، متوافقة مع تعميق وتقليص العظم الفكي خلف القواطع، مما يسمح بحركة أوسع للسان. وهكذا فقد تحسّن الكلام كثيراً عندهم وإن لم يصل بعد إلى النطق الواضح مثل كلامنا. زد على ذلك أن بعض دراسات الجمجمة تكشف عند البشر الأوائل عن وجود منطقة دماغية جبهية توافق اليوم الباحة الرئيسية للغة المسماة باحة بروكا Broca، وقد تلا ذلك تطوّر سريع للمفردات والقواعد والنحو.

ـ وذلك كله بسبب المناخ؟

ـ التطور حادثي في الواقع، ويكون الحدث بيئياً غالباً. وفي كافة الأحوال من الصعب تخيل أن الحنجرة نزلت لا لشيء سوى للسماح للإنسان بالكلام!

ـ في الواقع، وحسب ما ترون، ليس فقط جسم الإنسان ناتج عن الجفاف، بل ولغته وثقافته أيضاً!

ـ ذلك في كل الأحوال تفسير جيد.

ـ والحب؟

ـ ستقول الآن إنني أبالغ لكن الحب بالنسبة لي هو أيضاً ثمرة الجفاف. فقد قرّب الجفاف منطقياً الكائنات. وبسبب تحريضه فترة أقصر من الحمل في وسط مكشوف أكثر، فقد أجبر الأم والطفل على البقاء معاً لفترة أطول. الأمر الذي أدّى، مع ظهور الوعي المساعد، إلى ولادة الانفعال. وربما كان للرجل، الأب، هو أيضاً في هذا العصر نفسه أن يقترب من هذا الزوج، الأم والطفل، على الأقل خلال فترة فصل جنسي. وربما ولدت المشاعر بين الرجل والمرأة في الوقت نفسه. لقد قال لي إدغار موران[46] Edgar Morin يوماً حول هذا الموضوع: «كان فرويد يريد جعل الأب يختفي، وأنتم، علماء ما قبل التاريخ، ترجعونه لتفسير ازدهار الإنسانية.» وهذا صحيح بعض الشيء.

المشهد 3

التوسّع البشري

مات العالـم القديم، وولد عالـم جديد يسيطر عليه فرد ذو قائمتين، انتهازي، يجتاح العالـم. لقد اخترع الفن والحب والحرب، وهو يتساءل حول أصوله.

روح الجبل

ـ كان أوائل ممثلي النوع البشري ثرثارين ومحبين منذ ذلك العصر. هم سيقومون باستعمار العالـم بسرعة كبيرة. ألأنّهم فضوليون تجاه الطبيعة؟

ـ ولماذا عليهم الانتظار مئات آلاف السنين في مهدهم دون أن يتحركوا؟ عندما نصعد إلى تلّة لكي نرى ماذا يوجد في الجانب الآخر، ونكتشف تلة أخرى عند الأفق، ستغمرنا رغبة أكيدة بتسلقها... أضف إلى ذلك أن إنساننا هذا كان ذا ذكاء معين، وكان عليه أن يصطاد لكي يتغذى مما دفعه إلى الترحال. وكان لديه ما يفرض نفسه به، فقد كان مدهشاً عندما بدأ يقذف الحجارة.

ـ هل كان بشرنا الأوائل يعيشون في عائلة؟

ـ كانوا يعيشون دون شك في مجموعات صغيرة من عشرين إلى ثلاثين شخصاً. وقد لوحظت حركات مماثلة لذلك عند الصيادين الأسكيمو في غرينلند. فعندما يزداد عدد أفراد المجموعة، ينتهي بها الأمر إلى بلوغ عتبة تصبح بعدها كبيرة جداً، فتنقسم عندها لأسباب تتعلق بالبقاء: فتنفصل مجموعة صغيرة عنها وتذهب للبحث عن الغذاء في مكان آخر، حيث تستقر على بعد بضعة عشرات من

الكيلومترات عنها. وقد ازداد بسرعة عدد البشر في عصر أناسنا الأوائل هؤلاء.

ـ وكيف نستطيع معرفة ذلك؟

ـ ثمة علاقة في بيئة معطاة بين عدد العواشب (آكلات العشب) واللواحم (آكلات اللحم) وآكلة كل شيء. وبحساب نسبة أحافير البشر التي وجدت في موقع من الفترة نفسها يمكننا تقدير عدد النوع عندما تكون الأرقام كبيرة بدرجة كافية لكي يكون الإحصاء بيِّناً: ويعطي هذا الحساب إنساناً واحداً لكل عشرة كيلومترات مربعة. وهو يوافق مثلاً كثافة السكان المحليين في بعض مناطق أستراليا.

ـ لقد بدأ البشر الأوائل بإعمار الكوكب عبر التفرّقات الصغيرة إذن.

ـ نعم. فانتقال لمسافة 50 كلم فقط عبر كل جيل مثلاً، وهي ليست نسبة كبيرة، يكفي ليقودهم من منطقة نشأتهم في شرق إفريقيا إلى أوروبا في 15000 سنة على الأكثر، أي بصورة آنية تقريباً قياساً إلى تاريخنا: فمدة 15000 سنة لا تشكل حتى هامش الخطأ في تأريخاتنا. وبانطلاقهم من المهد الإفريقي فقد تقدموا هكذا وصولاً إلى أقصى الغرب وإلى أقصى الشرق، حيث نجد آثارهم من الحجارة المنحوتة أو العظام المتحجِّرة التي ترجع إلى أكثر من مليوني سنة.

الصوّان المتعب

ـ وهل يتعلق الأمر دائماً بالبشر نفسهم؟

ـ يتعلق الأمر في البداية بأحد أوائل البشر، هومو هابيليس أو هومو رودولفنسيس، ثم ببشر تاليين، هومو إرغاستر أو هومو إركتوس. ولكن بما أننا نملك أحافير متوسطة، فيبدو أنه بعد انفجار الأشكال الشرق إفريقية لـم يكن مستعمر العالـم سوى النوع نفسه فقط من الإنسان نعطيه أسماء المراحل التطورية (الدرجات) المتتالية: هابيليس، إركتوس، سابيان...

ـ ما الذي يميز الهومو إركتوس؟

ـ إنه يملك دماغاً أكبر (900 سم ^{3}) من دماغ سلفه، وهو أكثر رهافة في طريقة التصرف والسلوك وإشغال الأرض وصنع الأدوات. وقد انتقل من النحت البسيط

ـ حصاة على حصاة ـ إلى طريقة النقر اللطيف: فهو يقرع ويضرب بقطعة خشب أو قرن على حجره الأمر الذي يسمح له بأن يضبط بشكل أفضل انشطار الحجر ويصنع أدوات أدق.

ـ مليون سنة من الضرب على الصوّان! أيلزم هذا الوقت كله للتوصل إلى النحت الصحيح!

ـ أجل. فالتقدم البشري بطيء. إن ما قبل التاريخ يمكن أن يُقرأ بالنسبة للورروا ـ غوران في دراسة الحروف والأضلاع التي تحدثتم عنها. فقد لاحظ بمقارنة كميات متساوية من الصوان المنحوت لكل عصر كبير كم كانت زيادة أطوال الحروف بطيئة: 10 سم للجزء القاطع لكيلوغرام من أولى الحصى المعدَّة (3 ملايين سنة)، و40 سم لأولى الحجارة المنحوتة من الجانبين bifaces، ثم فيما بعد متران لأدوات نياندرتال (منذ 50000 سنة)، و 20 متراً لأدوات كرومانيون Cro-Magnon (20000 سنة). وكلما تقدمنا في الزمن ازداد النحت كمالاً.

ـ وما هي الطريقة؟

ـ يتطلب مثلاً نوع معين من النحت يدعى «تقنية لوفالوا[47] Levallois» تطبيق إثنتي عشرة ضربة دقيقة قبل الحصول على الشظية المطلوبة، الأمر الذي يفترض مذاك إعداد استراتيجية وسعة جيدة في التجريد. لقد قارن أحد علماء ما قبل التاريخ هذا التقنية بصنع دجاجة ورقية: نطوي الورقة مرة، ثم مرتين، ثم أربع عشرة مرة، ثم يمكننا أن نضيف ذيل الدجاجة، لكن ذلك يتطلب معرفة حقيقية بطريقة العمل.

البلبلة في المسكن

ـ على الرغم من كل شيء، يمكن القول مع ذلك إن الكفاءات كانت بطيئة المتابعة على الرغم من نمو الدماغ.

ـ نعم. فالهومو إركتوس المسكين ظل يجرّ ويحمل حجره المنحوت من الجانبين لمئات آلاف السنين. أما الأدوات المشغولة من الشظايا والنصال، والفِلِزّات والمعادن، وحتى الأدوات النووية، فقد اخترعت في لمح البصر قياساً إلى هذه الفترة

الطويلة! فعند دراسة مواقع في إفريقيا الشرقية نلاحظ وجود إنعطاف يرجع إلى نحو 100000 سنة. وبدءاً من هذا التاريخ يبدو أن التغيّرات الثقافية سبقت التغيرات الفيزيولوجية. وهكذا وجد التطور إجابات جديدة لتحريضات الوسط المحيط. وكانت الغلبة للمكتَسَب.

ـ هل ترافق ذلك بتغير في التنظيم الإجتماعي للبشر؟

ـ عندما ننظر إلى آثار موقع شغله الهوموهابيليس نكتشف بلبلة حقيقية: فالأشياء كلها مختلطة، بقايا الغذاء والنحت وتقطيع اللحم. كان كل شيء يتم في الموقع نفسه. ومع التقدم في الزمن نكشف عند الإركتوس تخصّصاً في مساحات التخييم: فثمة موقع للنوم، وآخر للأكل، وآخر للنحت. الأمر الذي يشير حقاً إلى شكل من تنظيم الوظائف. وفيما بعد تم فصل هذه المواقع كلياً عن بعضها بحيث كانت المسافة بينها تصل أحياناً إلى عدة مئات من الأمتار. هكذا عُرف المسكن.

ـ كان إركتوس هو الذي اخترع النار؟

ـ أجل، وذلك منذ نحو 500000 سنة. وكان يمكن التحكّم في النار قبل ذلك بكثير. لكن المجتمع لـم يكن مستعداً لذلك بعد. فليس صدفة إذا كانت السيطرة على النار قد حصلت في الوقت نفسه مع اختراع النقر اللطيف واختراع الشظايا اللوفالوازية. وربما كان قد وُجد بعض العباقرة البسيطين الذين وجدوا طرقاً أكثر ذكاء لنحت الحجر، لكن المجتمعات كلها تنبذ مخترعيها إذا لـم تكن مستعدة لفهمهم. لهذا يجب انتظار بلوغ مجمل الجماعة نضجاً كافياً لكي يمكن للفكرة أن تُطبَّق وتعمَّم.

الإنسان ذو الواقية

ـ وفي هذا الوقت نفسه إختفى الهوموإركتوس ليترك المكان للهوموسابيان، الإنسان الحديث.

ـ نعم. فقد جاء أحدهما من الآخر، بهدوء وعبر صيرورة تطورية طويلة. كان التحول تدريجياً. وتم في كل مكان بطريقة متجانسة، في آسيا وفي إفريقيا. وكان ثمة إستثناء واحد هو نياندرتال الشهير في أوروبا.

- ذاك الذي أفزع الباحثين الأوائل، فمن أين جاء هذا البشري؟

- إنه سليل الهوموهابيليس الذي عمّر أوروبا منذ فترة مبكرة جداً ترجع إلى نحو 2.5 مليون سنة. فبسبب العصور الجليدية المتتالية، أصبحت هذه القارّة أشبه بجزيرة مغلقة بجبال الألب ومناطق الشمال المغطاة بالجليد. وهكذا، وجد أوائل الهابيليس أنفسهم معزولين فيها، بالمعنى الحرفي للكلمة، ولم يتطوروا مثل نظرائهم في القارتين الأخريين.

- لماذا؟

- إننا نعلم أن حيوانات أو نباتات جزيرة ما تُغير مع الزمن سماتها عن مثيلاتها في القارة المجاورة: فهي تتعرض إلى تحول مورِّثي. وكلما كانت الجزيرة قديمة تنوعت وتمايزت حيواناتها أو نباتاتها عن حيوانات ونباتات القارات. ولو عزلنا مجموعة من الرجال والنساء على كوكب آخر، فإن نسلهما سيصبح شيئاً فشيئاً وبالطريقة نفسها مختلفاً عن نسلنا. وبعد! فقد ولد نياندرتال[48] من اشتقاق مورثي مماثل، وهو يتميز ببروز واقٍ تحت محجري، وليس له جبين ولا ذقن، وله وجه منتفخ.

- وهذا لن يعطيه فرصة للنجاح...

- لقد عاش مع ذلك في أوروبا بين 2500000 سنة أو ما يقارب ذلك و 35000 سنة، وتوصل إلى التعايش لفترة بسيطة مع سابيان آخر هو كرومانيون، الذي سمي كذلك إذ وجدت بقاياه في منطقة كرو - مانيون في فرنسا. وقد تطوّر هذا الأخير من جهته في آسيا وإفريقيا قبل أن يصل إلى أوروبا متأخراً منذ نحو 40000 سنة.

التعايش الأول

- كيف تم التعايش؟ إننا لا نجرؤ على تخيّل دخول المجموعتين في معركة.

- لقد تمت معارضة هذين النمطين من البشر لفترة طويلة، فكان يُظن أن الأول كان بربرياً والثاني متحضراً. لكنهما في الواقع متقاربان. لقد شغلا المواقع نفسها

أحدهما تلو الآخر. وكان لهما أدوات متشابهة ونمط حياة متشابه. كان نياندرتال ماهراً وخلاّقاً، ويملك لغة متكوّنة، ويدفن موتاه، ويلتقط الأشياء التي تسرّه: فقد عُثر على مجموعات من المتحجّرات والفلزات في مساكن نياندرتالية ترجع إلى 80000 سنة. وقد واكب أيضاً بشكل جيد جيداً التحول التقني للعصر الحجري القديم الأعلى: فالصناعات الصفيحية في كارانت ـ ماريتيم Charente-Maritime أو إيون Yonne في فرنسا، والتي كانت تُنسب إلى كرومانيون، هي في الحقيقة أدوات نياندرتال.

ـ هل اختلط الشعبان إذن؟

ـ إننا لا نعرف ذلك. فلم نعثر على أحافير تشتمل على آثار الشكلين معاً. وهذا هو السبب الذي يجعل بعض العلماء يعتقدون دائماً أنهم يتعاملون مع نوعين مختلفين...

ـ لكن نياندرتال اختفى في النهاية. لماذا؟ إننا لا نستطيع الإمتناع عن التساؤل إذا كان كرومانيون قد أباده.

ـ ثمة مغارة نعرفها في جنوبي غرب فرنسا كشف فيها عن وجود نياندرتال، ثم كرومانيون، ثم نياندرتال من جديد، وأيضاً كرومانيون، كما لو كانت قد حصلت إشغالات متعاقبة، فصلية أو عدوانية. ترى هل حصلت معركة؟ أعتقد بالأحرى أن نياندرتال اختفى بلطف. فكرومانيون مجهّز ثقافياً وبيولوجياً أفضل منه. وإن كان قد حصل تنافس، فربما لـم يكن عنيفاً؟ وفي كل حال أدى ذلك إلى تفوق أحد النوعين[49].

الفن والطريقة

ـ كرومانيون، إنه انتم؟ إنه أنا؟

ـ أجل. إنه الإنسان الحديث. فهو يملك هيكلاً عظمياً مشيقاً، ودماغاً متطوراً سمح له بأن يطوّر أكثر قليلاً فكره الرمزي. وكان هو الذي أنهى إعمار الكوكب: فقد توسّع في كافة الإتجاهات، واجتاح أميركا مروراً بمضيق بيرنج Bering الذي

كان معموراً قبل كريستوف كولومبوس بمائة ألف سنة. وقد وصل حتى إلى أستراليا على طوافات منذ 60000 سنة على الأقل.

- واستقر بشكل دائم في أوروبا.

- إنها هذه المجموعة الخاصة من كرومانيون في أوروبا التي ستقوم بما لم يقم به إنسان كرومانيون في آسيا وإفريقيا: فمنذ 40000 سنة بدأت تسقط خيالها بالرسم على المواد أو على الجدران.

- إن أقدم المغاور المزيّنة التي نعرفها اليوم ترجع إلى نحو 40000 سنة. هل يمكننا أن نرى فيها أصول الفن؟

- لا، فولادة الفن تمت تدريجياً. وفي الحقيقة هناك استمرارية حقيقية للثقافة، من نياندرتال إلى كرومانيون، في حين يوجد بينهما انقطاع من الناحية التشريحية. فأناس نياندرتال يظهرون فضولاً كبيراً جداً. فهم يجمعون الفلزات، ويثقبون القواقع والأسنان ليصنعوا منها عقوداً، ويخترعون أدوات موسيقية كالصفّارة والمزمار الصغير باستخدام العظام. ويرجع استخدام المغرة مثلاً إلى فترة أبعد، إلى عدة مئات آلاف السنين.

- دفن الأقران، والرسم، والقيام بأعمال غير ذات نفع، والإهتمام بالطقوس، هذا يعني إكتشاف مفهوم الزمان، والإندراج في كون؟

- نعم، لقد تحضّر الوعي ونتيجته، الفكر الرمزي، ببطء على مدى الأجيال. لكن ما كان جديداً منذ 100000 سنة هو قدرة الإنسان على تخيّل عالم آخر، إلى حد تحضير الرحلة إليه، وكذلك الطقوس، ثم بدءاً منذ 40000 سنة الفن الذي رافقها. ومن جهة أخرى كان لأفراد معينين فقط الحق بهذا الدفن، مما يشير إلى انتقاء إجتماعي.

تناوب الثقافة

- ثم حلّت عصور البرونز والحديد والكتابة والتاريخ كما ندركها اليوم. والحرب... أليس الإنسان الحديث هو الذي اخترعها فعلاً؟

- أجل، لكنها حديثة. إن أولى المدافن الجماعية التي كشفت ترجع إلى عصر المعادن منذ أربعة آلاف سنة. فكما لو أن اكتشاف الزراعة والتدجين، ثم النحاس

والقصدير والحديد، كان يستجرّ الرغبة بالامتلاك، وبالتالي ضرورة الدفاع عن الإرث والملك. لقد كانت صناعة المعدن تمر حقاً بامتلاك المناجم، الأمر الذي أعطى بعض الشعوب التي استخدمتها غنى غير متوقع.

ـ مع تفتحه الثقافي سيطر الإنسان على طبيعته. فهل سيتطور جسمه بعد منذ كرومانيون وحتى نحن؟

ـ بدرجة طفيفة جداً. فهيكله أصبح أكثر مشاقة، وكذلك عضلاته. وتقلصت أسنانه وكذلك عددها. أما مدة الحمل فقد قصرت. وأصبحت الأم أكثر قرباً من طفلها، وزادت فترة التعلّم. وتزايد عدد السكان بشكل سريع؛ فمن 150000 إنسان منذ 3 ملايين سنة في زاوية صغيرة في إفريقيا، إلى بضعة ملايين على الكوكب منذ مليوني سنة، إلى ما بين 10 و 20 مليون منذ 10000 سنة... ثم مليار نسمة منذ 200 سنة و 6 مليارات حالياً.

ـ لقد تنوّع الجنس البشري بعد ذلك. هل لمفهوم العرق أي معنى بالنسة لك؟

ـ لا. ففي مصطلحات علوم النبات أو الحيوان العرق هو رتبة النوع التحتي. وهي رتبة تعسّفية في حالة الإنسان، فكلنا «هومو سابيان سابيان». وبالتأكيد يوجد حقاً شعوب يكون الأفراد فيها أكثر قرباً لبعضهم بعضاً من قربهم من أفراد شعوب أخرى، لكن لا توجد أعراق بشرية. فليس لهذه التمييزات أي معنى بالنسبة للاختلاط على مستوى الأنسجة والخلية والجزيء.

حوّاء والتفاحة

ـ ما الذي بقي غامضاً في هذا السيناريو الذي استعرضناه عن أصول الإنسان؟

ـ السرّ الكبير هو الطريقة التي يتم بها التطور. ففي وسط متغيّر يكون الحيوانات والبشر قادرين على التحوّل من أجل التكيف مع الشروط المناخية الجديدة، كما لو كان يوجد في كل مرة عيّنة من الطفرات مناسبة لكي يتم الإختيار الصحيح. إن التطور يتم بالتأكيد بواسطة الانتقاء الطبيعي. لكن هل هو كاف لتفسير مثل هذا التأقلم الرائع للكائنات الحية مع تغيرات بيئتها؟ وهل يؤدي ذلك بشكل مباشر أكثر إلى تغيرات جينية؟ ربما سنفهم ذلك خلال وقت قريب...

ـ أتقول إن لتاريخنا معنى، ومنطق؟

ـ لا أستطيع إلا أن أستنتج ذلك. فالكائنات الحية اليوم هي أكثر تعقيداً من تلك التي كانت تحيا منذ مليار سنة. ومن جهتي فإنني لا أؤمن بالاحتمال ولا بالمصادفة، اللذين لا يبدو أنهما يظهران إلا عندما ندرس فترة قصيرة جداً.

ـ هل يعني ذلك أن علينا مصالحة التصوّر العلمي حول أصولنا مع تصوّر الديانات مثلاً؟

ـ لا يشكل ذلك تعارضاً. فالعلم لا يقوم في النهاية سوى بالملاحظة. فهو لا يستطيع أن يكون عقائدياً. وهو يعلم جيداً إن الحقيقة أعقد دائماً.

ـ وأين تضعون آدم وحواء في قصتكم؟

ـ بالنسبة لي، فقد كانا من الهومو هابيليس، يعيشان في السافانا الإفريقية الشرقية، الجميلة والعطرة، قرب هذا الفالق منذ نحو ثلاثة ملايين سنة. وكانت هذه المنطقة أشبه بفردوس أرضي عندما بدأ الإنسان يصطاد ويتكلم.

ـ بوجود أفاع وتفّاح؟

ـ تفاح الوقل، بلى، وهي ثمار نخيلية. أما الأفاعي فلم تكن غائبة... لكن علينا ألا نحاول مطابقة الكتاب المقدس مع العلم، فلن يكون ثمة معنى لذلك.

الموت في النفس

ـ ما الذي ترتكز عليه الخصوصية الإنسانية بالنسبة لكم؟

ـ إنها مسألة درجة أكثر مما هي مسألة طبيعة. فعندما نراقب الشمبانزي يصدمنا تشابهها معنا من خلال بعض سلوكها. فالذكور يرقصون مثلاً أمام الإناث عندما تهطل المطرة الأولى. لقد بنى ليڤي شتراوس Levi-Strauss منظوره للمجتمعات البشرية على تحريم العلاقة بين الأمّ والطفل. وبعد! فإننا نلحظ هذا التحريم أيضاً عند الشمبانزي.

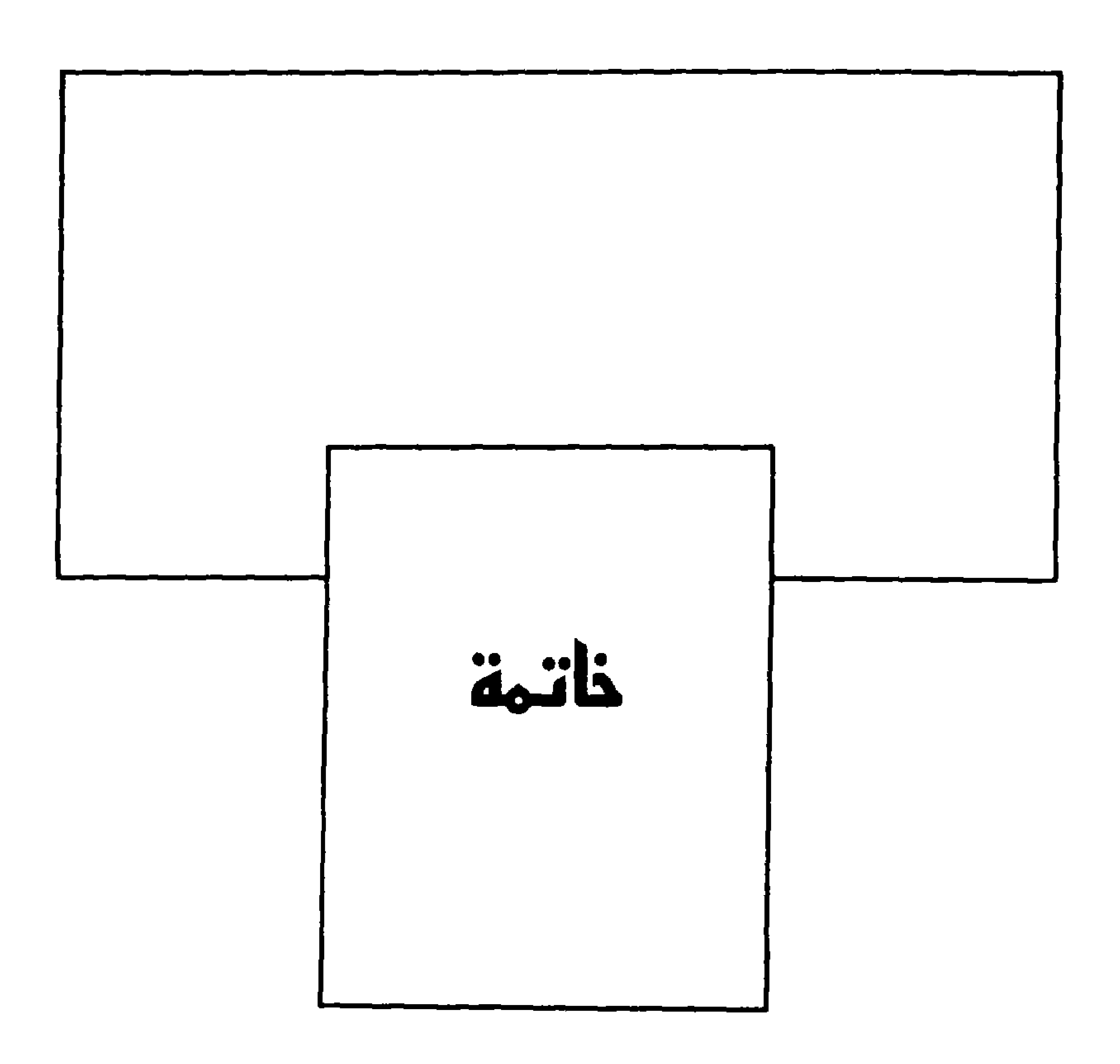
ـ كيف نعرّف الإنساني إذن؟ بالوعي؟ بالحب؟

ـ بالإنفعال والتأثرّ بلا ريب. إنما وبخاصة بوعي الموت الذي يقع على سوية

تفكّر أعلى. فإدراك أن كل فرد هو وحيد بذاته ولا يمكن تعويضه، وأن اختفاء كائن هو دراما بلا عودة، هو بالنسبة لي أساس تعريف الوعي، الوعي التأملي. وهذا يشتمل بالتأكيد على وعي الذات والآخرين والوسط والزمان أيضاً.

ـ وما هي بالنسبة لكم العبرة في هذا التاريخ الطويل؟

ـ إن ما يعلمنا إياه هذا الفصل الأخير هو أولاً الأصل الواحد لنا جميعاً: فنحن كلنا إفريقيو الأصل، ولدنا منذ ثلاثة ملايين سنة، ويجب أن يحثّنا ذلك على الأخوّة. يجب أن نذكّر أيضاً بأن الإنسان خرج ببطء من العالم الحيواني، بعد صراع طويل مع الطبيعة، فارضاً ثقافته على الحتمية الغريزية. نحن اليوم أحرار بشكل رائع ـ فنحن نتلاعب بجيناتنا، ونصنع الأطفال في الأنابيب، لكننا أيضاً شديدو الهشاشة. فلو أن أحد أطفالنا ترعرع بعيداً عن المجتمع، فسيكون أعزلاً، ولن يستطيع حتى المشي على قدميه ولن يتعلم شيئاً. لقد تطلب الأمر هذا التطور كله للكون والحياة والانسان لاكتساب هذه الحرية الهشة التي تعطينا اليوم كرامتنا ومسؤوليتنا. وإذا كنا نتساءل الآن عن أصولنا الكونية والحيوانية والبشرية فلكي نتحرر منها بشكل أفضل.



خاتمة



في مكان ضيّق على كوكبها الصغير، الأرض، ترفع الكائنات الواعية والفضولية عيونها إلى السماء، وتتساءل مضطربة قلقة: كيف سيستمر هذا التاريخ الأجمل للعالم؟

مستقبل الحياة

دومينيك سيمونيه: نحن موجودون ههنا إذن، بعد 15 مليار سنة من التطور، وبضعة آلاف سنة فقط من الحضارة. هذا التطور الجاري منذ الانفجار العظيم، مخترعاً البنى الأكثر فالأكثر تعقيداً دائماً والتي نشكل نحن أفضلها وأجملها؛ أهو لا يزال مستمراً اليوم؟

جويل دو روني: الجسيمات، والذرّات، والجزيئات، والجزيئات الكبيرة، والخلايا، وأولى العضويّات المؤلفة من عدة خلايا، والمجتمعات المؤلفة من العديد من العضويّات، والمنظومات البيئية المؤلفة من المجتمعات، وثم الإنسان الذي يعبر اليوم عن بيولوجيته... التطور مستمر يقيناً. لكنه الآن تقني واجتماعي بشكل خاص. فقد استلمت الثقافة نوبتها.

ـ فنحن إذن عند منعطف في التاريخ، هو إنقطاع أشبه بظهور الحياة.

ـ أجل. فبعد المرحلة الكونية، ثم الكيميائية فالبيولوجية، فإننا ندشن الفصل

الرابع الذي ستلعبه الإنسانية في الألف القادم. إننا نقترب من وعي لأنفسنا يصير وعياً جماعياً.

ـ كيف تصفون هذا الفصل القادم؟

ـ يمكننا القول إننا في طريقنا إلى اختراع شكل جديد للحياة: عضوية كوكبية هائلة، تشمل العالـم الحي والمنتجات البشرية، تتطور هي أيضاً بحيث نكون نحن خلاياها. وهي تملك منظومتها العصبية، حيث تمثل الأنترنت جنينها وكذلك استقلابها الذي يعيد إنتاج المواد. إن هذا الدماغ الكلي، المؤلف من منظومات مترابطة فيما بينها، يربط البشر بسرعة الإلكترون ويقلب وسائل التبادل فيما بيننا.

ـ إذا حافظنا على الإستعارة، هل يمكننا التحدث عن انتقاء، يعد طبيعياً بل ثقافياً هذه المرة؟

ـ أعتقد ذلك. إن اختراعاتنا هي المكافئات للطفرات. إن هذا التطور التقني والاجتماعي يتقدم بسرعة أكبر بكثير مما كان عليه التطور البيولوجي الدارويني. إن الإنسان يخلق «أنواعاً» جديدة: الهاتف، التلفزيون، السيّارة، الحاسوب، الأقمار الاصطناعية...

ـ وهو الذي يقوم بالانتقاء؟

ـ أجل. فما هو السوق مثلاً، إذا لـم يكن نظاماً داروينياً ينتقي ويستبعد ويوسّع بعض أنواع الاختراعات؟ إن الفارق الكبير مع التطور البيولوجي هو أن الإنسان يستطيع الاختراع في المجرد بقدر ما يريد من الأنواع: إن هذا التطور الجديد يتحول من المادة إلى الطاقة. فهو يدرج، بين العالـم الحقيقي والعالـم التخيلي، عالماً جديداً هو العالـم الافتراضي virtuel، الأمر الذي لا يسمح له فقط باستكشاف أكوان اصطناعية، بل وأيضاً بصنع واختبار مواد أو آلات ليست موجودة بعد. وبطريقة معينة، يتبع هذا التطور الثقافي والتقني «المنطق» نفسه الذي اتبعه التطور الطبيعي.

ـ هل يمكننا القول إذن إن التعقيد يتابع عمله؟

ـ نعم. لكنه يتحرر شيئاً فشيئاً من معطف المادة الثقيل. فبطريقة ما نحن نعود لندرك الإنفجار العظيم. فانفجار الطاقة منذ 12 مليار سنة يشبه عكس «نقطة أوميغا» الغالية على تيلار دون شاردان، والتي ستكون انفجاراً للروح المتحررة

من المادة. فإذا ما نسينا الزمان يمكن للنقطتين أن تندمجا.

ـ يصعب مع ذلك نسيان الزمان، وفترة الحياة القصيرة جداً المفروضة علينا نحن البشر. هل لا يزال للفرد مستقبل إذا كان عليه أن يندمج كخلية في مجموعة كوكبية تتجاوزه؟

ـ بالتأكيد. أعتقد أنه يستطيع أن يزيد كمالاً. فعندما تتوضّع الخلايا في مجتمع فإنها تقترب من فردية أكبر أيضاً مما لو كانت معزولة. صحيح أن مرحلة العضوية الكبرى تشتمل على خطر تعميم التجانس الكوكبي، إنما أيضاً على بذور التنوّع. فكلما تعمم الكوكب تمايز بشكلٍ أكثر.

ـ تصفون المجتمع الحالي من موقعكم كبيولوجي، فتتحدثون عن التطور والدماغ والطفرات... لكنكم لا تأخذون استعاراتكم على أنها حقائق؟

ـ نحن لا نستطيع أن نستقرىء من البيولوجيا رؤية للمجتمع. وزعم العكس يقود إلى إيديولوجيات غير مقبولة. وبالمقابل فإن البيولوجيا يمكن أن تروي تفكيرنا. لقد سيطرت الاستعارات الآلية وتشابكات المسنّنات والساعات في بداية القرن. أما الآن فإن استعارات العضوية هي الأكثر تعليمية وتربوية شرط ألاّ نأخذها بحرفيتها. أما العضوية الكوكبية التي نخلقها فتجسد وظائفنا ومعانينا: رؤيتنا من خلال التلفزيون، وذاكرتنا من خلال الحاسوب، وأرجلنا من خلال وسائل النقل... ويبقى هذا السؤال الكبير: هل سنعيش متكافلين معها أو نصبح طفيليات وندمّر المضيف الذي نحيا عليه، الأمر الذي سيقودنا عندها إلى أزمات اقتصادية وبيئية واجتماعية خطيرة؟

ـ وما هو تنبّؤك؟

ـ إننا نجتذب لصالحنا حالياً مصادر الطاقة والمعلومات والمواد ونرمي بالفضلات في البيئة مما يؤدي في كل مرة إلى فقر المنظومة التي تسندنا. إننا نتطفّل على أنفسنا نحن، طالما أن بعض المجتمعات الصناعية تلجم نموّ مجتمعات أخرى. فإذا تابعنا على الدرب الحالية فسنصبح طفيليّات على الأرض نفسها.

ـ وما العمل من أجل تجنب ذلك؟ الحفاظ على الأرض؟

ـ إن الأمر لا يتعلق، كما يرغب بعض علماء البيئة الذين يحنّون إلى الماضي، بتجميع تنوع الكائن الحي ضمن أسوار بإنشاء المحميّات؛ بل بالأحرى بإيجاد التناغم بين الأرض والتكنولوجيا، وبين البيئة والاقتصاد. ومن أجل تجنب

الأزمات، علينا أن نأخذ العبر من معارفنا حول تطوّر التعقيد كما قصصناه لتونا. إن فهم تاريخنا يمكن أن يعطينا تراجعاً ضرورياً، واتجاهاً، و«معنى» لما نفعله، ولا شك مزيداً من الحكمة. ومن جهتي، فإنني أؤمن بنمو الذكاء الجماعي، وبإنسانية تكنولوجية. ولدي الأمل بأننا نستطيع لو أردنا الاقتراب من المرحلة القادمة للبشرية بسكينة.

مستقبل الإنسان

ـ إن تاريخ العالـم يقارب منذ الآن فصلاً رابعاً، كما قال لنا جويل دو روني، هو فصل التطور الثقافي. هل هذا هو رأيكم أيضاً؟

ـ **إيف كوبنز:** في أحد الأيام قلت للمستكشف جان ـ لوي إتيانّ Jean-Louis Etienne عند عودته من القطب الشمالي: «لا بدّ أنك عانيت كثيراً من البرد هناك!» فأجابني ببساطة: «بالطبع لا، فقد كنت مغطّى!» وهذا نموذجي بالنسبة لتطورنا الثقافي. إننا نحسّن كل يوم أكثر السيطرة على جسمنا وعلى بيئتنا، ولقد سلّمنا الدور الآن إلى الثقافة. فهي التي تستجيب منذ الآن، وليس الطبيعة، بسرعة أكبر لتحريضات الوسط.

ـ ألـم يعد إذن جسمنا، مثل هوموسابيان، يتغير أبداً؟

ـ بلى، إنما ببطء شديد. ومن أجل ذلك يجب أن ننظر إلى مستقبل أبعد بكثير، إلى ما وراء الألف القادم! فخلال عشرة ملايين سنة قادمة سيكون ثمة فرصة لكي يكون لنا رأس مختلف عن الرأس الذي لدينا حالياً. وسيصبح هيكلنا العظمي أكثر مشاقة وسيستمر دماغنا دون شك بالتطور.

ـ الأمر الذي سيسمح بكفاءات جديدة.

ـ نعم. فليس من المستحيل أن يفرض ازدياد حجم الدماغ، وبالتالي رأس الجنين، زمن حمل أقصر أيضاً. فإذا كان على أمّ إنسان الغد المتفوق أن تضع في الشهر السادس، فإن فترة الطفولة ستتمدد، وكذلك زمن التعلّم. إننا لا نفهم جيداً

ما كان عليه الحمل في الماضي، لكننا نستطيع الاعتقاد بأن تطورنا تم بهذا الإتجاه وإنه يمكن أن يستمر كذلك.

ـ فتطورنا البيولوجي لـم ينته إذن بشكل فعلي.

ـ لقد تباطأ، لكنه مستمر. لأننا لا زلنا خاضعين لقوانين البيولوجيا، وتابعين للتكيف والتأقلم. فالفيروسات التي تتطور هي أيضاً يمكن أن تسبب لنا المشاكل. ونحن لـم نعد أكثر من ذي قبل بمنجى من كارثة كونية يمكن أن تغيّر المناخ. ولكن، بالمقابل، لـم يعد بإمكاننا القول إن الإنسان خاضع لانتقاء طبيعي حقيقي.

ـ فلـم يعد ثمة طفرات كبرى في جيناتنا لا زال بإمكانها أن تغير نوعنا؟

ـ أما الطفرات، فبلى، بكل تأكيد. لكن أن تجعلها كائنات متماثلة الزيج، فهذا أمر آخر. إن اختلاط الجينات دائم في الشعوب البشرية الحالية. فلم يعد ثمة مجموعات معزولة تكون قابلة لظهور صفات متنحّية فيها بواسطة الإشتقاق المورّثي. إلا إذا استعمرنا الفضاء. فمن المحتمل من جهة أخرى أن يتوصل الإنسان إلى ذلك. وباكتساب معرفة أفضل بالكواكب، سينطلق في نمط جديد من التوسع، كالذي بدأه منذ ثلاثة ملايين سنة ليجتاح الكوكب.

ـ ما الذي سيحصل في هذه الحالة؟

ـ إذا بقيت المجموعات الصغيرة المستقرة على «أرض» أخرى معزولة لفترة طويلة، فإنها ستتحول وتتنوع: فستتطور بيولوجيتها وثقافتها بشكل مختلف. تخيلوا الثقافات الجديدة كلها التي يمكن أن تنشأ على كواكب أخرى... وربما أيضاً الأنواع الجديدة.

ـ إذا انطلقنا إلى الفضاء فإن الجسم سوف يتغير كثيراً، أليس كذلك؟ لقد بينت الإقامة في المدار حول الأرض أن العظام تضمر بسرعة، ولا تعود العضوية تعمل بالطريقة نفسها. إننا نجازف بالتحول إلى بزّاقات عالمة...

ـ لا تزال معلوماتنا قليلة حول شروط ونتائج الحياة في الفضاء. إن التغيرات التي تصيب الجسم في حالة انعدام الجاذبية تكون كبيرة، فالعناصر المعدنية في العظام تهجرها ومن الصعب جعلها ترجع إلى مواقعها الأصلية. فبعد عدة ملايين سنة من الهجرة في الفضاء سيكون أبناء عمومتنا دون شك مختلفين جداً عنا. وربما سنجد عندها نوعاً من تنوّع الشُعب، بل أجناساً حقيقية.

ـ إننا في طريقنا إلى فقدان هذا التنوّع اليوم: فالثقافة الإنسانية تصبح أكثر فأكثر تجانساً، والعالـم يصبح شاملاً، والكوكب صغيراً جداً.

ـ هذا صحيح. فالناس يسافرون كثيراً، ويختلطون بيولوجياً وثقافياً. وكذلك الثقافات. ولكن عندما نرى مثلاً البوشيمان[50] Bochimans أو الهنود الأميركيين Amérindiens المعزولين في داخل ما نسميه بفجاجة «محميّات»، يمكننا أن نتساءل: أن نريد حفظ هذه الشعوب في تقاليدها وأغانيها ولغاتها، ألا يعني منعها من الدخول إلى العالـم المعاصر؟ أوليست هذه المحميّات جزر أصول صغيرة نقدمها لأنفسنا من أجل متعتنا وليس من أجل فائدتهم؟ أعتقد أنه ليس لدى هذه الشعوب أي حل إلاّ بالاختلاط مورثياً وثقافياً معنا ـ والعكس بالعكس ـ وإما أن تنقرض. ويجب أن لا نترك لشعور الحنين إلى الماضي والوطن أن يسيطر.

ـ هل سيستمر برأيكم التعقيد الذي نراه فاعلاً منذ الانفجار العظيم؟

ـ نعم. فالإنسان يراكم معرفة متنامية. وهو يتقدم نحو معرفة أكبر، وحرية أعظم، ونحو ثقافة، وربما نحو طبيعة أكثر فأكثر تعقيداً. إننا نتبع طريق المادة والحياة نفسه.

ـ فأنت بالأحرى من النوع المتفائل؟

ـ وبتصميم. فأنا أجد أن المجتمعات البشرية تنتظم جيداً بالأحرى. وشيئاً فشيئاً نعي بيئتنا. أنظر إلى جمعية الأمم، هيئة الأمم المتحدة ONU: فقد شهدت هذه المنظمات عدداً من الصعوبات. ولكن عندما نتأمل الأمور بالرجوع قليلاً إلى الوراء، نجد أن الإنسان قد وعى شرطه العالمي منذ سبعين سنة فقط، وهو زمان لا يقاس بالنسبة لتاريخنا.

ـ هو أمر يسير فعلاً، لكنه كثير بالنسبة لفرد...

ـ يجب ألا ننسى أن عمر حداثتنا لا يساوي شيئاً إذا قارناه بثلاثة ملايين سنة هي عمر نوعنا. إن البشرية الحالية تبدو لي فتية بعد على الرغم من وصولها إلى سوية درجة تفكير معينة. إن عدداً من الصعوبات التي يواجهها قرننا يتأتى من أن عدداً كبيراً من الشعوب ليس لديه سوى معلومات مختزلة عن العالـم.

مستقبل الكون

ـ إن حياة الإنسان هي حدث تافه من منظور تاريخنا، هكذا نستنتج مع إيف كوبنز. لربما كنا لا نزال في مرحلة ما قبل تاريخ الإنسانية، أو ما قبل التاريخ الكوني؟ إلى متى سيستمر هذا الكون في التوسع؟

هيوبرت ريفز: إن أكثر الأرصاد حداثة تشجع سيناريو توسّع مستمر. فسيكون الكون عندها لانهائي الكبر وستمتد حياته بلا حدود. وسيبترد بحيث تميل درجة حرارته ببطء نحو الصفر المطلق. أما وقد قلنا ذلك، فنحن لا نستطيع أن نكون جازمين: فتنبؤاتنا ترتكز على نظريات تتأسس على وجود قوى أربع، وأربع فقط. ولا شيء يسمح لنا بأن نؤكد اليوم إننا لن نكتشف قوى أخرى. ويمكن لهذه الإكتشافات أن تغير تنبؤاتنا.

ـ إذا كان سيتوسع بشكل لانهائي، فهل سيعني ذلك أنه سيصبح أكثر فأكثر فراغاً، وأن الأجرام السماوية ستستمر بالإبتعاد، وأن السماء المرئية من الأرض ستصير سوداء تماماً؟

ـ إن النجوم التي تضيء سماءنا الليلية لا تشارك في التوسّع. وهي عموماً لا تبتعد عنا. فالتوسع يتم بين المجرات وليس في داخلها. ومع مرور الزمن ستظهر هذه المجرات أكثر فأكثر ضعفاً في تلسكوباتنا. لكن هذا الخفوت لن يصبح ملحوظاً قبل مليارات السنين.

ـ ذلك كله افتراضي، لأن البشر لن يكونوا موجودين للقيام بالأرصاد: فبعض النجوم ستموت، وبخاصة نجمنا، الشمس، أليس كذلك؟

ـ أجل. فكما سبق وقلنا، لقد أحرقت الشمس حتى الآن نصف هيدروجينها، فهي في منتصف حياتها. وستكون بعد 5 مليارات سنة قد استهلكت معظم هيدروجينها تقريباً، لتصبح عملاقاً أحمر. وستنكمش نواتها أكثر فأكثر، في حين أن غلافها الجوي سيمتد على العكس حتى مليار كيلومتر. وفي الوقت نفسه سيتغير لونها من الأصفر إلى الأحمر.

ـ ستشوى الكواكب في ذلك الوقت.

ـ نعم. فستصبح الشمس أشد لمعاناً مما هي عليه اليوم بألف مرة. وسيراها من ينظر إليها من الأرض تشغل جزءاً كبيراً من السماء. وسترتفع درجة الحرارة على كوكبنا لتصل إلى عدة آلاف من الدرجات. وستختفي الحياة وتتبخر الأرض.

وسيتطلب ذلك مئات ملايين السنين. وسيدمر نجمنا أيضاً عطارد والزهرة وربما المريخ. وستفقد الكواكب البعيدة، مثل المشتري وزحل، غلافها الجوي من الهيدروجين والهيليوم ولن تحتفظ إلا بنواها الصخرية العارية. وبعد ذلك ستأخذ الشمس التي فقدت مصدر طاقتها شكل قزم أبيض، بحجم القمر. وستبترد ببطء، خلال عدة مليارات سنة، لتصبح قزماً أسود، أي جثة نجمية بلا ضوء.

ـ وما مصير المادة التي كانت تشكل الأرض؟

ـ ستعود إلى الفضاء ما بين النجمي، وسيمكن لها فيما بعد أن تساهم في تشكيل نجوم جديدة، بل والمشاركة في تكوين كواكب.

ـ وفي حيوات جديدة؟

ـ ولـم لا؟ فربما ستساهم ذرّات أجسادنا يوماً في تأليف عضويّات حية، في نطاقات وأغلفة حيوية بعيدة...

ـ اليقين الوحيد هو أن الإنسان لن يستطيع البقاء على الأرض أكثر من أربعة مليارات سنة؟

ـ نعم، ولكن يمكننا الاعتقاد، مثل إيڤ كوبنز، أنه قبل وقت طويل من هذا التاريخ المقدر سيكون باستطاعتنا القيام برحلات طويلة بين النجوم. تذكروا التقدم الذي تحقق خلال جيلين أو ثلاثة: كانت جداتنا تسافرن بسرعة أقصاها 50/كيلومترا بالساعة، في حين أننا نملك الآن مركبات فضائية تصل سرعتها إلى 50 000 كيلومتر في الساعة. وليس مستبعداً أن تصل المسابر يوماً إلى سرعات قريبة من سرعة الضوء. فسيكون بإمكان سلالاتنا الإنطلاق للبحث عن الضوء قرب نجوم بعيدة...

ـ إنها الصيغة الجميلة لقسطنطين تسيولكوفسكي، أبو الفضاء السوڤييتي الروسي: «الأرض هي مهدنا، لكننا لا نبقى للأبد في المهد...» هكذا، فإن تطور التعقيد يمكن أن يستمر مع الإنسان، إنما وبدونه أيضاً، وبعد ذلك كله، ليس مؤكداً أننا نحن أبطال هذا التاريخ.

ـ هذا صحيح. يمكننا أن نتخيل انقراض النوع البشري، دون أن تختفي الحياة كلياً. فالحشرات مثلاً أكثر مقاومة منا بكثير. والعقارب تستطيع أن تحيا بوجود نسبة إشعاع أعلى بكثير من الجرعة المميتة لنا. فهي تستطيع البقاء والاستمرار بعد حرب نووية، فتُطور ذكاءها وتُعيد اكتشاف التكنولوجيا. وستجازف عندها خلال بضعة ملايين سنة بمواجهة مشاكل تلوّث مشابهة لمشاكلنا.

- لقد رفضنا عبر تطور حواراتنا إيجاد معنى واتجاه لتاريخنا، أو على الأقل إعتماد وجهة نظر حتمية. ولكن لا بد لنا من الاستنتاج بأن التعقيد لا ينفكّ يتقدم. هل يمكننا القول إنه سيستمر...

- إن وجهَيّ الحقيقة يصدمانني. فالأول يظهر هذه القصة الجميلة التي حكيناها. وهو يجعلنا نعتقد في الواقع أن لذلك كله معنى. أما الجانب الثاني، الأكثر عتامة، فيكشف عن إنسان اليوم، غير القادر على الحياة بشكل متناغم مع أقرانه ومع الغلاف الحيوي. فهو معتاد على الحروب والتدمير، فكما لو أن شيئاً ما قد اختل في لحظة معطاة من التطور.

- وما هو تفسيركم لذلك؟

- لماذا يكون سير الأمور حسناً إلى هذا الحد في العالم الفيزيائي وسيئاً إلى هذا الحد في العالم الإنساني؟ ترى هل بلغت الطبيعة «سوية قصورها» بمغامرتها في الذهاب بعيداً إلى هذا الحد في التعقيد؟ أعتقد أن مثل هذا التفسير سيكون مؤسسا فقط على وقائع الانتقاء الطبيعي في المنظور الدارويني. ولكن، إذا كان التطور بالمقابل قد حصل على ظهور كائن حر كنتاج ضروري، فربما كنا ندفع الآن ثمن هذه الحرية؟ يمكننا تلخيص الدراما الكونية في ثلاث جمل: الطبيعة تولّد التعقيد؛ التعقيد يولد الفعالية؛ الفعالية يمكن أن تدمّر التعقيد.

- وماذا يعني ذلك؟

- لقد اخترعت الكائنات البشرية في القرن العشرين طريقتين للتدمير الذاتي: التسلح النووي الفائق وتدمير الطبيعة والبيئة. ترى، هل التعقيد قابل للاستمرار؟ وهل كان من صالح الطبيعة أن تبلغ هذا المستوى من التطور الذي يقودها إلى تهديد نفسها بنفسها؟ وهل الذكاء هدية مسمومة؟

- وبماذا تجيبون؟

- نحن حالياً في مواجهة تُخوم كوكبنا. هل من الممكن أن يتواجد ويتعايش عليه عشرة مليارات شخص دون إتلافه؟ وحتى لو كانت الكائنات البشرية عبقرية، وقد أثبتت ذلك مرات كثيرة بتحطيم نوى الذرات وباستكشاف المنظومة الشمسية، فإن هذه المهمة ستكون أكثر صعوبة من كل ما حققناه في الماضي. فهي تفرض بشكل خاص التخلي عن فكرة النمو الاقتصادي والاكتفاء بـ «النمو المستديم». وهذا أمر من الصعب إفهامه لمسؤولينا.

ـ أي إدارة وتنظيم العضوية الكوكبية التي حدثنا عنها جويل دو روني...

ـ توجد في أية عضوية منظومة إنذار وإشفاء. فالجسم كله يستنفر عند وجود جرح. وعلينا أن نخترع منظومة مماثلة على مستوى الكوكب. وهيئة الأمم المتحدة والمنظمات الإنسانية هي مشاريع أولية لهذه المنظومة. إنما يجب المضي إلى أبعد من ذلك بكثير في هذا المجال.

ـ ترى، ألسنا مضللين بأثر بصري ما؟ أليست رؤيتنا محصورة كثيراً بقرننا؟ لو أننا حللنا الأمور من وجهة نظر حَمَلٍ مثلاً لكنّا سنخلص بالتأكيد إلى رؤى متشائمة. ولكن من المنظور الإنساني؟ أولسنا بعد ببساطة في فترة ما قبل التاريخ، كما يشير إلى ذلك إيڤ كوبنز؟ ربما كان لا يزال يلزمنا الكثير من الوقت لنرتقي إلى سوية أعلى من الأخلاق والحضارة؟

ـ هل تطورت الإنسانية فعلاً على مستوى السلوك والأخلاق؟ لست متأكداً من ذلك. ويمكننا أن نناقش هذه المسألة طويلاً. لقد توصلنا بالتأكيد إلى إلغاء العبودية وإلى الاعتراف بحقوق الإنسان. لكن هنود أميركا كانوا قد وصلوا إلى مستوى سلوك إنساني مدهش. فقد وضعوا قواعد سلوك اجتماعي أثّرت بشكل واسع على الدستور الأميركي. لقد بين كلود ليڤي شتراوس أن العبودية تظهر مع المدنيّات الكبرى. فالتقدم الأخلاقي ليس أمراً أكيداً وبديهياً.

ـ من الممكن أن يكون هذا السؤال مطروحاً في مكان آخر أيضاً...

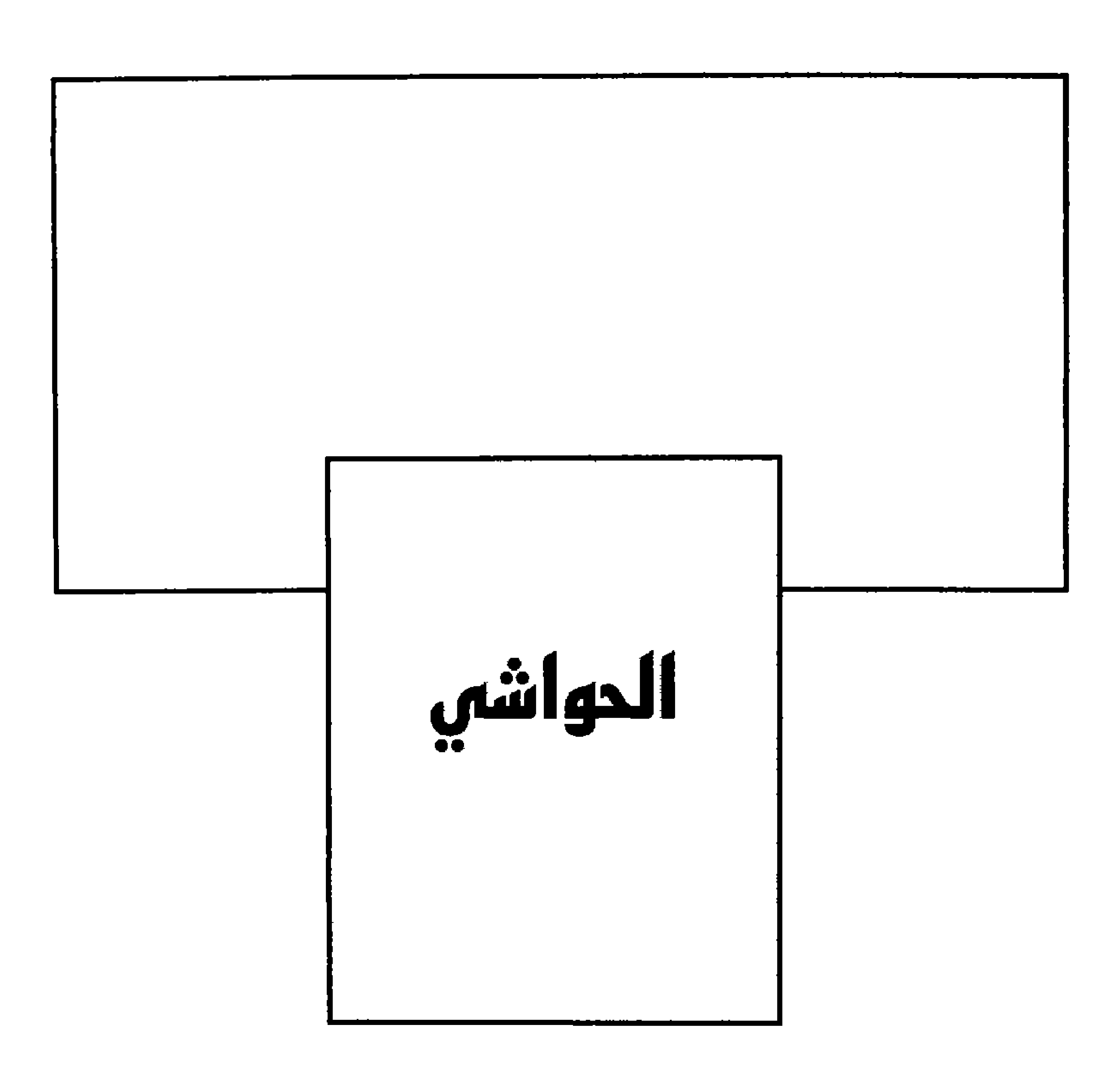
ـ إن حضارتنا على الأرض ليست على الأرجح سوى مثال بين أمثلة أخرى كثيرة. ففي الفرضية التي قاد فيها التطور الكوني إلى تشكل كواكب أخرى، وأشكال حياة أخرى، وحالات ذكاء أخرى، يمكننا أيضاً الإفتراض أن هذه الحضارات غير الأرضية قد واجهت التهديدات التي نواجهها اليوم على الأرض. هكذا، فإن زيارة لهذه العوالـم ستضعنا أمام حالتين مختلفتين جداً من المشاهد: كواكب قاحلة مغطّاة بالبقايا الإشعاعية، عند الذين لـم يعرفوا كيف يتكيفون؛ ومساحات خضراء ومضيافة عند الآخرين.

ـ التكافل أو الموت، هكذا قال جويل دو روني. ويمكننا القول أيضاً: الحكمة أو انتقام المادة؟

ـ إن سؤالاً حاسماً يطرح نفسه علينا الآن: هل نحن قادرون على التعايش مع قدرتنا الخاصة؟ فإذا كان الجواب بالنفي، سيستمر التطور بدوننا. وسنكون مثل «سيزيف» قد دفعنا بحجرنا إلى قمة الجبل ثم تركناه يتدحرج في النهاية. وفي هذا

بعض الغباء، أليس كذلك؟ علينا ألا نتعامى عن حراجة وخطورة الوضع الحالي. ومع ذلك فمن المهم أن نبقى متفائلين. علينا بذل كافة الامكانيّات والجهود من أجل إنقاذ كوكبنا قبل أن يصبح الوقت متأخراً جداً. نحن المسؤولون عن ذلك، ونحن من سيرث النتائج. ونحن الذين يجب علينا العمل لكي يستمر هذا التاريخ الأجمل للعالـم.




الحواشي



الحواشي

1 ـ غاليليو فلكي وفيزيائي إيطالي (1564-1642). هو الذي بدأ بوضع أسس المنهج التجريبي الذي أكمله هيغنز Huygenss، ويعد أحد مؤسسي الميكانيك الحديث. وفي عام 1609 أنجز منظاره الذي حمل إسمه وبدأ بدراسة الأجرام السماوية. فدرس فوّهات القمر، ورصد أقمار المشتري وحلقات زحل، والبقع الشمسية ودوران الشمس حول نفسها، والزهرة، إلخ. كان غاليليو أول من قال بحركة الأرض وفق نظام كوبرنيك الذي كان يعتبر حتى ذلك الوقت نظاماً تصورياً، الأمر الذي أدى إلى محاكمته من قبل الكنيسة وإدانته، فحكم بالإقامة الجبرية حتى موته.

2 ـ كوبرنيكوس، عالم فلك بولوني (1472-1543). بعد دراسته في بولونيا، درس في إيطاليا في كلية الطب، دون أن يهمل إهتماماته الفلكية. وقد وضع منظومة جديدة لتفسير حركة الأجرام السماوية تدور الكواكب وفقها مع الأرض حول الشمس.

3 ـ داروين، شارلز. عالم طبيعيات إنكليزي (1809-1882). قام بين عامي 1831 و 1836 برحلة استكشافية إلى أميركا الجنوبية وجزر المحيط الهادىء، وعاد وفي جعبته كمية هائلة من الملاحظات والوثائق كانت أساس عمله الضخم حول «أصل الأنواع» الذي نشره عام 1859. وقد بنى داروين نظريته المتكافلة حول تطور الحياة والتي حملت إسمه.

4 ـ علم الأحافير paleontologie أو علم الإحاثة، وهو علم يبحث في أشكال الحياة خلال العصور السابقة على الأرض كما تظهر من خلال المتحجّرات التي تُكتشف في الطبقات الجيولوجية، اكانت متحجّرات نباتية أو حيوانية أو حتى مجهرية.

5 ـ بلاد الغال؛ هي تسمية قديمة أعطيت للمناطق الواقعة بين نهر الراين وجبال الألب والبحر المتوسط وجبال البيرينيه والمحيط الأطلسي، في جنوب غرب أوروبا. ونجد فيها مواقع أثرية ترجع إلى عصور مختلفة.

6 ـ تعني لفظة الأوسترالوبيتيكوس قرد الجنوب، وهي تسمية أطلقت منذ الربع الأول من هذا القرن قبل أن تتتالى الإكتشافات حول هذه الأنواع من الانسان الأول أو أشباهه. ويجد القارىء في الفصل الثالث تفصيلاً واضحاً حولها.

7 ـ القديس أوغسطينوس (354-430)، ترك دراسات لاهوتية عميقة، مما أدى إلى ظهور اتجاه عقائدي بعده سمي باسمه.

8 ـ ڤولتير. كاتب فرنسي عاش بين عامي 1694 و 1778.

9 ـ هيدغر. فيلسوف ألماني عاش بين عامي 1889 و 1976.

10 ـ ليبنيز. فيلسوف ورياضي ألماني، عاش بين عامي 1646 و 1716.
11 ـ عاش هذا البابا بين عامي 1876 و 1958، وكان على كرسي البابوية منذ عام 1939 حتى وفاته.
12 ـ النسر الواقع؛ يُعدّ من ألمع نجوم السماء. سيصبح نجماً للقطب بعد 12 ألف سنة تقريباً. ويبدو أن الشمس تتجه إلى نقطة قريبة منه في حركتها في الفضاء.
13 ـ جرم ذو مظهر نجمي اكتشف للمرة الأولى عام 1960 وسمي بالكوازار، وهو يطلق طاقة راديوية كبيرة، الأمر الذي يفسر إنزياحه الطيفي الشديد نحو الأحمر.
14 ـ يوجد سديم الجبّار في كوكبة الجبار، وهي كوكبة شمالية قريبة من خط الاستواء السماوي. ونرصد في سديم الجبار تشكل نجوم فتية.
15 ـ أندروميدا أو مجرة المرأة المسلسلة، وهي المجرة الوحيدة في نصف الكرة الشمالي التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة في ليلة صافية (تسمى M31) وهي مجرة شبيهة بمجرتنا وأقربها إلينا. وهي مؤلفة مثل كل المجرات من نجوم وغاز وغبار.
16 ـ ألبرت أينشتاين، فيزيائي ألماني ثم سويسري، (1879-1955)، نال جائزة نوبل للفيزياء عام 1921، واشتهر بنظريتَيْه النسبية الخاصة (1905) والعامة (1916).
17 ـ عالـم فلك أمريكي، (1889-1953). اهتم بدراسة المجرّات والأجرام الكونية. ووضع علاقة تناسبية بين السرعة الظاهرية لابتعاد المجرات (أثر دوبلر) والمسافات فيما بينها.
18 ـ جورج غاموف. فيزيائي وفلكي روسي (1904-1968)، كان من أوائل الذين قالوا بالانفجار العظيم.
19 ـ السير إسحق نيوتن، فلكي ورياضي وفيزيائي إنكليزي (1642-1727). كان أول من قال إن الضوء الأبيض يتألف من ألوان قوس قزح. وأول من صنع تلسكوباً (نيوتونياً). وفي عام 1687 نشر مؤلفه «المبادىء» الذي عرض فيه قوانين الجاذبية الكونية. وإلى جانب إنجازاته الكثيرة نذكر إختراعه أيضاً للحساب التفاضلي في الوقت نفسه مع ليبنيز.
20 ـ جاك مونو. طبيب وبيولوجي فرنسي (1910- 1076) . نال جائزة نوبل للطب عام 1965 مع لوف A.Lwoff وجاكوب F.Jacob لأعماله حول آليات الإنتظام المورثي على المستوى الخلوي واكتشاف الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين الرسول MRNA.
21 ـ لويس باستور. كيميائي وبيولوجي فرنسي (1822-1895). مؤسس علم الأحياء الدقيقة (الميكروبيولوجيا). درس التخمرات واكتشف البكتيريا، وتوصل إلى أن الحياة توجد وتولد في حالات دقيقة جداً. وكان أول من استخرج اللّقاح وطبقه.
22 ـ تيلار دو شاردان. أب يسوعي وباليونتولوجي فرنسي (1881-1955). كان إضافة إلى اكتشافاته الهامة في آسيا بخاصة، قد طور فكرة التعقيد الدماغي الإنساني كفهم المادة لذاتها وصولاً إلى شبكة كلية من الوعي على الأرض تتمحور باتجاه نقطة وعي كوني هي الأوميغا.
23 ـ تسمى أيضاً زهر اللؤلؤ أو زهر البلّيس.
24 ـ المستحلب مركب مؤلف من مائه يحمل رذاذاً أو نقاطاً من سائل آخر لا يختلط به.
25 ـ أو فيروس الموزاييك، وهو فيروس يصيب النباتات فتتبقع أوراقها بألوان مختلفة كالموزاييك.
26 ـ فرانسوا جاكوب. طبيب وبيولوجي فرنسي ولد عام 1920. نال مع جاك مونو جائزة نوبل عام 1965 لاكتشاف الرنا الرسول.

27 ـ الأمية؛ متعضية وحيدة الخلية تتألف من نواة وبروتوبلازما وغشاء خارجي. وتعيش في المياه العذبة.
28 ـ المدوسة أو المدوزة؛ جنس حيوانات هلامية بحرية تضيء في الليل، وهي تشبه بشكلها القبعة أو الفطر.
29 ـ البراميسيوم؛ حيوان دقيق من الأواليات لا يتجاوز طوله خُمس المليمتر. يعيش في المياه العذبة.
30 ـ المحول الطاقي عموماً هو جهاز يحول الإشعاع الكهرمغنطيسي إلى تيار كهربائي، أما المقصود هنا فمحولات عضوية قادرة على امتصاص الطاقة الضوئية مباشرة وتحويلها إلى طاقة كيميائية.
31 ـ شجر من الصنوبريات يمكن أن يصل ارتفاعه إلى 140 متراً ويمكن أن يعمر حتى 2000 سنة.
32 ـ التنّوب شجر من فصيلة الصنوبريات.
33 ـ الجعل نوع من الخنفساء يلتهم أوراق الأشجار.
34 ـ المتقدّرات؛ حبيبات ضئيلة بحجم 1 ميكرون توجد بأعداد كبيرة في سيتوبلازما الخلايا.
35 ـ العنبية ثمرة لحمية غير متفتحة لا نواة لها وتحتوي على بذرة أو أكثر كالعنب.
36 ـ جورج كوفييه عالـم طبيعيات فرنسي (1769-1832). وقد أدت أبحاثه حول العظام المتحجرة بين عامي 1812 و 1824 إلى تأسيس علـم الأحافير. وقد بقي مؤلفه الشامل «المملكة الحيوانية» المرجع الأساسي في هذا المجال لأكثر من قرن. وقد اشتهر بخاصة بقانونه في ترابط الصفات، والذي يسمح مثلاً باستنتاج بنية القدمين لثديي معين إنطلاقاً من دراسة فكه وأسنانه.
37 ـ بوسيه الصغير (عقلة الإصبع) حكاية شعبية في فرنسا لشارل برّول Charles Perrault (1697).
38 ـ آكلات الحشرات رتبة من الثدييات الأولى منها القنفذ والخلد.
39 ـ كانت الثدييات موجودة في نهاية عصر الدينوصورات، لكنها كانت صغيرة الحجم جداً، بأطوال لا تتجاوز السنتمترات القليلة، وكانت تعيش في الأوكار وتشققات الصخور، ولـم يبدأ حجمها بالإزدياد إلا بعد إنقراض الدينوصورات فتنوعت وانتشرت على سطح الأرض.
40 ـ الأورانغ ـ أوتان كلمة ماليزية الأصل تعني رجل الغابات. وهي تشير إلى قرد آسيوي يتراوح طوله بين 1,20 و 1,50 م. وهو قرد شَجري وقابل للعيش في الأسر لعدة سنوات وللتعلم.
41 ـ لويس ليكي عالـم آثار وعالـم لما قبل التاريخ بريطاني (1903-1972)، قام بأبحاث عامة منذ عام 1931 في تنزانيا، فنقب موقع أولدفي Olduvai الشهير وعثر عام 1959 على بقايا أوسترالوبيتيكوس هامة مع حصى مشغولة.
42 ـ السلامى عظم من عظام أصابع اليد أو القدم في الحيوان الفقاري عموماً.
43 ـ أندريه لوروا ـ غوران، عالـم ما قبل تاريخ فرنسي ومختص في علم السلالات، ولد في باريس عام 1911. ركز في دراساته على التسلسل الزمني والنَسَبي، كما وعلى الدراسات الإحصائية لتقنيات الرسم الجدراي، وأسس نظرية جنسانية لتفسير رسومات مغائر ما قبل التاريخ.
44 ـ بركان ضخم شمال تنزانيا يشكل موقعه حالياً حديقة وطنية.

45 ـ النجيليات نباتات من وحيدات الفلقة تشمل النباتات الحبية والعلفية.

46 ـ إدغار موران عالـم اجتماع فرنسي ولد عام 1921. من مؤلفاته «مقدمة للخروج من القرن العشرين».

47 ـ نسبة إلى موقع لوفالوا ـ بيريت شمال غرب باريس. وهي تقنية لتقصيب الحجر تسمح بالحصول على شظايا ذات شكل مسبق التصور. وقد ظهرت منذ العصر الحجري القديم الأدنى، وتطورت وصولاً إلى العصر الحجري الحديث.

48 ـ سمي كذلك نسبة إلى موقع شرق دوسلدورف في ألمانيا، حيث عُثر للمرة الأولى على نموذج جمجمته في كهف ما قبل تاريخي. وتبين بعد ذلك إنه كان يستخدم التقنية اللوفالوازية والموستيرية. وإنه كان يدفن موتاه.

49 ـ تعد مسألة إختفاء إنسان نياندرتال من أكثر المسائل غموضاً في علـم ما قبل التاريخ البشري. والفرضية المطروحة هنا هي إحدى الفرضيات الكثيرة التي لا تُعدّ نهائية. وهناك آراء تؤكد إن إنسان نياندرتال قد تواجد مع إنسان كرومانيون في وقت وموقع مشتركين في الشرق الأدنى القديم.

50 ـ قبائل مترحلة تعيش في صحراء كالاهاري، قصار القامة، ويتصفون بتحدب الهكيل العظمي.

أجمل تاريخ للكون

«من أين جئنا؟ وما نحن؟ ولماذا نحن هنا؟ تلك هي حقاً الأسئلة الوحيدة التي تستحق عناء الطرح. وكانت الإجابة عنها منوطة حتى الآن بالدين والفلسفة وحدهما. أما اليوم، فقد كوّن العلم رأياً أيضاً وأعاد بناء تاريخ الكون والعالم. إنه التطور نفسه الذي يدفع المادة للانتظام منذ 15 مليار سنة، من الانفجار العظيم إلى الذكاء. فنحن سليلو البكتيريا والمجرّات. وأجسادنا مؤلفة من جسيمات وصلتنا من الأزمنة السحيقة.

هذا هو أول سرد كامل لأصولنا، على ضوء أكثر المعارف حداثة: الكون، والحياة، والإنسان... إنها ثلاثة فصول لملحمة واحدة قُصَّت في حوار لا رطانة فيه ولا تشويه. ماذا كان يوجد قبلاً؟ كيف وُلدت الحياة من الجماد؟ وهل سيستمر هذا التطوّر؟ وهل هو متوافق مع الإيمان؟ إنها بالتأكيد أجمل قصة للكون، طالما أنها قصتنا وتاريخنا نحن.»

د. سيمونيه

- **هيوبرت ريفز**، عالم فيزياء فلكية، يدرِّس علم الكونيّات في مونتريال وباريس، وهو مؤلف «أناة في زرقة السماء *Patience dans l'Azur*».
- **جويل دو روني**، مدير سابق في معهد باستور، ومدير مدينة العلوم، ومؤلف «مغامرة الكائن الحي *L'Aventure du Vivant*»
- **إيف كوبنز**، أستاذ في الكوليج دو فرنس، مشارك في اكتشاف لوسي، ومؤلف «القرد وأفريقيا والإنسان».
- **دومينيك سيمونيه**، رئيس تحرير مساعد في مجلة الإكسبرس، ومؤلف «يحيا الأطفال! *Vivent les Bébés*» والسلسلة التلفزيونية «الكوكب العجيب».

